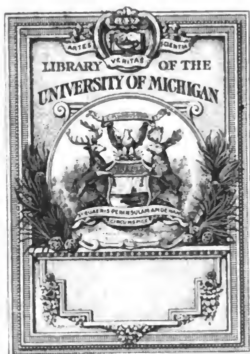


Arbeiten aus dem Reichsgesundheitsamte

Germany. K. Gesundheitsamt


ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN

ARBEITEN

AUS DEM

KAISERLICHEN GESUNDHEITSAMTE.

(Beihefte zu den Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.)



ZWANZIGSTER BAND.

MIT 9 TAFELN UND IN DEN TEXT GEDRUCKTEN ABBILDUNGEN.

BERLIN.
VERLAG VON JULIUS SPRINGER.
1904.



Inhalts-Verzeichnis.

1107.

Über die Hämoglobinurie der Rinder in Deutschland.

Von

Professor **Dr. H. Kossel**
Regierungsrat und Mitglied des
Kaiserlichen Gesundheitsamtes

und

Dr. A. Weber
Stabsarzt à la suite des Königl. Württ.
Sanitätskorps, kommissar. Hilfsarbeiter
am Kaiserlichen Gesundheitsamte.

sowie

Professor **Dr. Schütz**
Geh. Regierungsrat und Direktor des
pathologischen Institutes der Königl.
Tierärztlichen Hochschule zu Berlin

und

Dr. Miessner
Assistent am pathologischen Institut
der Königl Tierärztlichen Hochschule
zu Berlin.

Mit 3 mikrophotographischen Tafeln (I—III) von Dr. A. Maassen, Hilfsarbeiter am Kaiserl.
Gesundheitsamte.

Einleitung.

Die als Hämoglobinurie der Rinder bezeichnete Seuche verdankt ihren Namen dem Umstand, dass bei den schwer an der Krankheit leidenden Tieren ausnahmslos Ausscheidung von Blutfarbstoff mit dem Harn beobachtet wird.

Durch Th. Smith und Kilborne[1]) wurde ermittelt, dass die in Amerika unter dem Namen Texasfieber bekannte und von den Viehbesitzern allgemein gefürchtete Hämoglobinurie des Rindviehs eine Infektionskrankheit ist, welche durch Lebewesen aus dem Stamm der Protozoën, von dem Entdecker (Th. Smith) Pyrosoma bigeminum genannt, verursacht und durch Zecken der Gattung Rhipicephalus übertragen wird.

Seither ist die Krankheit auch in anderen Ländern beobachtet und genauer untersucht worden. Ihr Vorkommen wurde in Südafrika und Ostafrika von R. Koch[2]), in Nordafrika (Algier) von Claude und Soulié[3]), in Kamerun von Ziemann[4]), in Australien von Hunt und Collins[5]) sowie Tidswell[6]), in Südamerika von Lignières[7]) (Argentinien) und Ziemann[8]) (Venezuela) festgestellt.

Alle diese Forscher fanden im Blute der erkrankten Tiere Parasiten der roten

[1]) Investigations into the nature, causation and prevention of Texas fever. U. S. Department Bureau of animal industry Bulletin Nr. 1 Washington 1893.

[2]) Reiseberichte Berlin 1898, J. Springer.

[3]) Bulletin de la soc. centr de méd. vét. 1901.

[4]) Deutsche mediz. Wochenschr. 1903, No. 16.

[5]) Report on tick fever, Brisbane. E. Gregory 1896.

[6]) Report on protective inoculation against tick fever. Sidney 1899 u 1900, W. A. Gullick.

[7]) La tristeza ou malaria bovine dans la République Argentine. Buenos Aires 1900.

[8]) Deutsche mediz. Wochenschrift 1902. S. 366.

Blutkörperchen, welche in ihrer Form mit den von Smith und Kilborne beschriebenen im wesentlichen übereinstimmten.

In Europa war die Seuche ebenfalls nicht unbekannt. Bereits um die Mitte des neunzehnten Jahrhunderts war eine mit Ausscheidung blutig gefärbten Harns verlaufende Krankheit bei Rindern im Kaukasus und in Frankreich beobachtet und von Tierärzten beschrieben worden. Gegen Ende der achtziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts stellte Babes[1]) ihr Vorkommen in Rumänien in den Donauniederungen fest. Die gleiche Krankheit beobachteten: Krogius und von Hellens[2]), sowie später Kossel und Weber[3]) in Finnland, Loi und Sanfelice[4]) in Sardinien, Celli und Sartori[5]) in der römischen Kampagna, Ziemann[6]) in der Lombardei, Nicolle und Adil-Bey[7]) in der europäischen Türkei, Lignières[8]) in Frankreich, Kragerüd[9]) in Norwegen.

Auch in Europa erkannte man als Erreger der Hämoglobinurie Lebewesen, welche sich auf den roten Blutkörperchen ansiedeln und deren Zerfall hervorrufen. In der Form liessen die Parasiten eine weitgehende Übereinstimmung mit dem Pyrosoma bigeminum Smith und Kilborne's sowie der übrigen Beobachter erkennen und wurden daher meist als identisch mit den amerikanischen Parasiten angesprochen[10]).

Durch persönliche Mitteilungen haben wir in Erfahrung gebracht, dass Hämoglobinurie bei Rindern auch in Schweden, England und Irland vorkommt. Literaturangaben über ihr Auftreten in den letztgenannten Ländern sind uns jedoch nicht bekannt geworden.

Es scheint demnach, dass die Krankheit in Europa ebenfalls weit verbreitet ist.

I. Auftreten der Hämoglobinurie in Deutschland.

a) Frühere Beobachtungen.

Über die Rinderhämoglobinurie in Deutschland finden sich in der älteren tierärztlichen Literatur und den tierärztlichen Lehrbüchern (Harms[11]), Schneidemühl[12]), Friedberger und Fröhner[13]), Dammann[14])) Schilderungen, welche zum Teil ein

[1]) Virchows Archiv Bd. 115 S. 81.
[2]) Arch. de méd. expériment et d'anatom. path. 1894.
[3]) Diese Arbeiten Bd. 17.
[4]) Med. Zooiatr. 1895.
[5]) Zentralbl. f. Bakteriol. Bd. 21. 1897.
[6]) Über Malaria u. s. w. Jena 1898, G. Fischer.
[7]) Annales de l'Institut Pasteur 1899.
[8]) Bulletin de la soc. centr. de méd. vét. Bd. 18. pag. 917. Paris 1900.
[9]) Zeitschr. für Tiermedizin Bd 5. 1901.
[10]) Über die geschichtliche Entwicklung unserer Kenntnisse von der Hämoglobinurie und die einschlägige Literatur vgl. H. Kossel Die Hämoglobinurie der Rinder. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen herausgegeben von W. Kolle und A. Wassermann Bd. 1. G. Fischer, Jena 1902.
[11]) Rinderkrankheiten 1895.
[12]) Vergleichende Pathologie 1897.
[13]) Spez. Pathologie u. Therapie 1900.
[14]) Gesundheitspflege 1900.

wohl charakterisiertes Bild der Symptomatologie und Epidemiologie der Krankheit entwerfen. Die ältere Literatur über diesen Gegenstand ist besonders in der speziellen Pathologie und Therapie von Friedberger und Fröhner verarbeitet worden.

Friedberger und Fröhner[1]) bezeichnen jedoch noch 1900 die in Deutschland unter dem Namen Blutharnen, Blutpissen, Rotharnen, Färben, Röten, Siechen, rotes Wasser, Maiseuche, Maiensperre, Weideseuche, Weiderot beschriebene Hämoglobinurie des Rindes als eine der unklarsten Krankheiten in der gesamten Veterinärpathologie und sind der Ansicht, dass unter den Sammelbegriff „Blutharnen" mehrere verschiedene Krankheiten fallen. Sie unterscheiden eine durch Mikroorganismen bedingte infektiöse oder seuchenhafte, eine rheumatische und eine toxische Hämoglobinurie. Die seuchenhafte Hämoglobinurie fassen sie als eine malariaartige miasmatische Infektionskrankheit auf. Diese Form tritt stationär auf und ist an bestimmte, namentlich sumpfige und moorige Wiesen gebunden. Sie erwähnen bereits, dass Jackschath Blutparasiten gefunden zu haben glaubt, halten aber die deutsche Krankheit im Gegensatz zu der im Ausland vorkommenden Seuche, besonders zum Texasfieber, noch nicht für genügend erforscht. Die zweite Form, die sogenannte rheumatische, entsteht nach Friedberger und Fröhner durch Erkältung und zwar am häufigsten beim Übergang von der Stallhaltung zu kalten nassen Frühjahrsweiden. Endlich nehmen sie eine dritte toxische Form an, die durch Verfütterung von pilzbesetztem Futter, faulen Futterstoffen, Branntweinschlempe u. s. w. hervorgerufen wird.

Dammann[2]) trennt in seiner neuesten Auflage der Gesundheitspflege eine „Waldkrankheit" von dem „enzootischen Blutharnen". Er hält für erstere die ältere Auffassung von ihrer Entstehung durch Aufnahme scharfer Pflanzen, Blattknospen von Erlen, Eichen oder Nadeln und Sprossen von Kiefern, Fichten und Tannen aufrecht. Für das enzootische Blutharnen stellt er dagegen eine ähnliche Ursache, wie für das Texasfieber als möglich hin. Die Waldkrankheit ist nach Dammann eine hämorrhagische Magendarmentzündung mit Hyperämie und Entzündung der Nieren sowie Ausscheidung rötlichen oder selbst blutigen Harns; das enzootische Blutharnen ist ein Blutleiden, gekennzeichnet durch den massenhaften Untergang von roten Blutkörperchen innerhalb der Blutbahn, und kommt auf sumpfigen und moorigen Weiden alljährlich vor.

Während bis vor Kurzem noch recht unklare Vorstellungen von der Ätiologie der Hämoglobinurie in Deutschland herrschten, haben neuere Untersuchungen, die zum Teil gleichzeitig mit den unsrigen angestellt, zum Teil nach den unsrigen begonnen wurden, Licht in das Dunkel der Entstehungsursache gebracht.

Als Erster hat Jackschath[3]) 1900 die kurze Mitteilung gemacht, dass sich Blutparasiten auch bei der einheimischen Hämoglobinurie finden. In einer ausführlicheren im nächsten Jahre erschienenen Abhandlung[4]) über die „Malaria" der Rinder

[1]) l. c.
[2]) l. c.
[3]) Berl. tierärztl. Wochenschrift 1899 S. 591.
[4]) Zentralbl. f. Bakteriologie, Bd. 29 1901 S. 585 ff.; Berl. tierärztl. Wochenschr. 1901.

in Deutschland berichtet er, dass diese Krankheit jährlich Tausende von Rindern in bestimmten Gegenden Deutschlands hinwegraffe, eine in dieser Allgemeinheit doch wohl etwas übertriebene Mitteilung. Er hat in drei Sommern etwa 200 Fälle in einer Gegend von Hinterpommern beobachtet und unterscheidet drei verschiedene Typen der Krankheit 1. einen akuten, in wenigen Tagen zum Tode führenden Verlauf 2. einen chronischen milden Verlauf, der wochenlang dauern kann und auf bestimmte Organe, Nieren, Harnblase und Herz schädigend einwirkt; 3) eine oft nur einen Tag anhaltende Erkrankung ohne weitere Störung des Allgemeinbefindens. Zunächst tritt nach Jackschath Fressunlust und Ermüdung auf, dann folgt ein hochfieberhaftes Stadium mit Hämoglobinurie, Durchfällen, Erregung, Drängen auf Blase und Mastdarm, Empfindlichkeit der Nierengegend, endlich Erschöpfung, hartnäckige Verstopfung, Ikterus, subnormale Temperatur. Die Zahl der roten Blutkörperchen sinkt um den dritten bis vierten Teil. Als Todesursachen sind zu betrachten: allgemeine Anämie, Embolieen zahlreicher Gefässe, Thrombosenbildungen und ihre Folgezustände, sowie Vergiftung des Tieres durch die aus den roten Blutkörperchen freigewordenen Kaliverbindungen.

Als Ursache betrachtet Jackschath einen Parasiten, der in rasch tödlich verlaufenden Fällen in spindel-, band- oder birnförmiger Gestalt, in letzterem Fall oft zu zweien liegend in den roten Blutkörperchen angetroffen wird und mit Methylenblau färbbar ist. Im freien Blute sollen wenig infizierte Blutkörperchen zu finden sein; zahlreicher sind sie in den inneren Organen. Neben den birnförmigen Parasiten finden sich runde coccusähnliche Formen in den roten Blutkörperchen und ausserhalb derselben. Er findet jedoch diese Coccusform auch bei ganz gesunden immunen Rindern und betrachtet sie daher als Vorstufe zu den grösseren „malignen“ birnförmigen oder ovalen Parasiten.

Die Schilderung der Parasiten bei Jackschath ist im Gegensatze zu seinen klinischen Beobachtungen lückenhaft, die gegebenen Abbildungen sind als Parasiten überhaupt nicht zu erkennen.

Es gelang Jackschath die Krankheit durch Verimpfung von Blut auf gesunde Tiere zu übertragen. Unter natürlichen Verhältnissen vermittelt, wie Jackschath nach Analogie des Texasfiebers annimmt, die Ochsenzecke, Ixodes reticulatus s. reduvius, die Übertragung von Tier zu Tier. Versuche die Krankheit durch Zecken zu übertragen, hat er nicht angestellt.

Die Angaben Jackschaths über das Vorkommen von Blutparasiten bei der einheimischen Hämoglobinurie fanden bald Bestätigung.

Kröning[1]) beobachtete das Auftreten der Krankheit bei 48 Stück einer Herde von 140 Haupt, die auf Bruchland in der Nähe von Nadelwald geweidet hatten. Er fand im Blute erkrankter Tiere bei Methylenblaufärbung ringförmige oder ovale und länglich abgerundete blaugefärbte Gebilde auf den roten Blutkörperchen und schliesst sich der Auffassung Jackschaths von einer infektiösen Entstehungsursache der Krankheit an.

---

[1]) Zeitschr. f. Veterinärkunde 1901.

Ziemann[1]) teilte mit, dass er bei dem Blutharnen der Rinder in Oldenburg dem Pyrosoma bigeminum Smith's ähnliche Blutparasiten gefunden habe.

Nevermann[2]) konnte in der Provinz Hannover bei allen Fällen von Weiderot Blutparasiten in den Erythrocyten nachweisen. Er gibt genauere Vorschriften für die Herstellung und Färbung der Blutpräparate und empfiehlt als Farbstoffe Hämatoxylin, Löffler'sches Methylenblau und wässrige Methylenblaulösung. Seiner Veröffentlichung sind zum Teil recht gute Zeichnungen der Parasiten beigefügt.

b) Eigene Beobachtungen.

Mit dankenswerter Hilfe der Leiter der Veterinärverwaltungen in den ausserpreussischen Bundesstaaten wurde im Januar 1901 festgestellt, in welchen Gegenden Deutschlands die Rinderhämoglobinurie vorkommt.

Die Krankheit ist ausser in Preussen und Oldenburg beobachtet in Bayern, Sachsen (sehr selten), Württemberg, Baden, Hessen, den beiden Mecklenburg, Braunschweig, Schwarzburg-Rudolstadt (selten), Schwarzburg-Sondershausen (selten), Schaumburg-Lippe (selten), Lippe-Detmold (selten) und in den Reichslanden. Die Auskunft, welche wir durch diese Umfrage erhielten, gab uns Veranlassung, in verschiedenen Teilen Deutschlands selbst Erhebungen über die Krankheit anzustellen. Es bot sich die Gelegenheit, ausser im Netzebruch und in den preussischen Provinzen Posen, Pommern und Westpreussen auch im badischen Schwarzwald, in Oldenburg, in Mecklenburg-Schwerin und im Fürstentum Lübeck hämoglobinuriekranke Rinder zu untersuchen.

Überall konnten wir die gleichen Blutparasiten (Pyrosoma bigeminum) als Ursache der Erkrankung feststellen (s. u.). Auch bezüglich der Epidemiologie fand sich eine weitgehende Übereinstimmung in den verschiedensten Teilen Deutschlands.

Dort, wo Stallwirtschaft vorherrscht, wird die auf Infektion mit Pyrosomen beruhende Hämoglobinurie beim Rindvieh nur selten beobachtet. Dagegen kommt sie mehr oder weniger häufig vor, wo das Vieh auf die Weide getrieben wird. In manchen Gegenden mit vorwiegender Stallwirtschaft findet sich die Krankheit nur beim Rindvieh der Forstbeamten, weil diese allein ihr Vieh auf die Weide schicken. In anderen Teilen Deutschlands dagegen, wo die Weidewirtschaft in grösserer Ausdehnung betrieben wird, tritt sie ungleich häufiger auf und spielt wirtschaftlich eine bedeutende Rolle.

Die schwersten Verluste verursacht die Rinderhämoglobinurie in denjenigen Gegenden Norddeutschlands, in denen der Weidegang des gesamten Rindviehs die Regel ist. Hier können einzelne Herden in ungünstigen Jahren geradezu dezimiert werden. Eine genauere Statistik über die Verluste liegt nicht vor, da die Krankheit nicht immer zur Kenntnis der Tierärzte kommt. Den Eigentümern der Tiere ist die Hämoglobinurie seit langer Zeit als eine Folge des Weidegangs bekannt; sie wird als notwendiges Übel mit in den Kauf genommen, ohne dass man sich viel um sie kümmert.

Tiere jeden Alters, sowohl männliche wie weibliche, können von der Krankheit

[1]) Deutsche mediz. Wochenschr. 1901.

[2]) Berl. tierärztl. Wochenschr. 1901.

befallen werden; jedoch pflegen Kälber dieselbe leichter zu überstehen als ältere Rinder, besonders als Kühe. Die Behauptung, dass die männlichen Tiere nicht so empfänglich seien, wie die weiblichen, ist nach unseren Beobachtungen nicht zutreffend. Das häufigere Auftreten der Hämoglobinurie bei den weiblichen Tieren erklärt sich daraus, dass dieselben im Allgemeinen häufiger geweidet werden als die männlichen. In dem von uns besuchten Teile des badischen Schwarzwalds, wo die Kühe im Stalle bleiben, dagegen Bullen und Ochsen auf die Weide gehen, erkranken ausschliesslich diese.

In vielen Teilen Deutschlands ist die Beobachtung gemacht, dass die in verseuchten Gegenden auf der Weide aufgewachsenen Tiere der Krankheit seltener zum Opfer fallen, als Tiere, welche aus gesunden Gebieten in verseuchte eingeführt sind. Viele Viehbesitzer vermeiden daher den Ankauf von Stallvieh oder von Tieren aus Gegenden, wo die Krankheit unbekannt ist.

Ganz ausnahmsweise wird die durch Pyrosomen bedingte Hämoglobinurie auch bei Stallfütterung beobachtet. In diesen Fällen lässt sich meist nachweisen, dass Waldstreu aus Wäldern, in denen die Krankheit heimisch ist, in den Ställen benutzt wurde. In einigen Gegenden wurden allerdings ähnliche Erscheinungen auch bei dem Stallvieh häufig beobachtet. So kommt im badischen Schwarzwald eine als Stallrot bezeichnete chronische, mit Ausscheidung von Blut einhergehende entzündliche Erkrankung der Blasenschleimhaut vor, die auf bestimmte Höfe (sogenannte Bluthamhöfe) beschränkt ist (Hink). Ferner wird in weinbautreibenden Gegenden das Auftreten blutigen Harns bei Rindern beobachtet, angeblich nach Fütterung von Gräsern oder Unkraut aus den Weinbergen. Bei einem Teil dieser Krankheitsfälle scheint es sich um Hämaturie, nicht um Hämoglobinurie zu handeln. Ob letztere überhaupt vorkommt, konnten wir nicht feststellen, da wir nicht Gelegenheit hatten, solche Fälle zu sehen. Die Ätiologie dieser Form des „Stallrots“ ist jedenfalls noch nicht genügend aufgeklärt. Meist wird eine toxische Entstehungsursache angenommen.

Die grösste Zahl der Erkrankungen an Hämoglobinurie wird im Frühjahr und Frühsommer beobachtet. In manchen Gegenden wird sie geradezu als Maiseuche bezeichnet. Zuweilen folgen auf den Ausbruch im Frühjahr nach einer Pause von etwa zwei Monaten auf denselben Weiden neue Erkrankungen, welche meist milder verlaufen als diejenigen der ersten Periode. Im Allgemeinen richtet sich der Zeitpunkt des Auftretens der ersten Erkrankung nach der Zeit des ersten Weidegangs. In Gegenden, wo das Vieh schon frühzeitig auf die Weide getrieben wird, und in warmen Frühjahren tritt auch die Krankheit früher auf als unter Verhältnissen, wo Klima oder Witterung ein späteres Austreiben der Tiere bedingen. Im Hochsommer und Herbst kommen ebenfalls schwere Ausbrüche vor. Einmal konnten wir die Krankheit im Netzebruch sogar im November beobachten. Dieser letztere Fall betraf die Kühe eines Försters, welcher aus einem Orte der Niederlausitz, wo die Hämoglobinurie nicht vorkommt, nach dem Netzebruch versetzt war. Da er vor der Weidekrankheit gewarnt war, zog er es vor, die Tiere, die er aus seinem früheren Wohnsitz mitgebracht hatte, während der wärmeren Jahreszeit im Stalle zu halten. Im Oktober

glaubte er jedoch, die Gefahr sei vorüber, und trieb die Tiere während der ersten Hälfte des Monats auf eine Waldwiese, während der zweiten direkt in den Wald. Am 28. Oktober trat die erste Erkrankung an Hämoglobinurie unter dem Bestande auf, welche in Heilung überging. Ein zweiter Fall, bei dem es uns gelang, die Parasiten im Blut nachzuweisen, betraf eine Kuh, welche bis zum 20. Oktober geweidet, von da ab jedoch im Stalle gehalten war, da sie hochträchtig war. Bei ihr wurde zum ersten Mal am 3. November Hämoglobinurie bemerkt.

Die Krankheit haftet streng an der Örtlichkeit. Sogar auf demselben Gute können Rinder, welche auf bestimmte Weiden getrieben werden, erkranken, während Tiere, die auf andere Weiden gehen, verschont bleiben. Am leichtesten nistet sich die Krankheit auf im Walde und am Rande des Waldes gelegenen Weideplätzen ein, sowie auf sumpfigen Wiesen am Ufer von Seen. Zuweilen wird beobachtet, dass auf einem Gut, welches seit einer Reihe von Jahren völlig frei von Hämoglobinurie war, die Krankheit plötzlich beim Weidewechsel ausbricht. So konnten wir einen Ausbruch beobachten, als auf einem bis dahin seit Jahren verschonten Gut die Tiere von einem Kleeacker auf eine Waldweide übersiedelten. An diese Waldweide grenzte die Weide eines Försters, dessen eine frisch angekaufte Kuh vor einigen Wochen an Hämoglobinurie gelitten hatte.

Im allgemeinen pflegt es etwa 14 Tage zu dauern, bis nach dem Beginn des Austriebs auf verseuchte Weiden die ersten Krankheitsfälle auftreten.

Der Beschaffenheit der Weiden wird von den Viehbesitzern ein grosser Einfluss auf die Entstehung der Krankheit zugeschrieben; wie wir später sehen werden, sind die Ursachen dieses Einflusses allerdings anderer Natur als gewöhnlich angenommen wird. Allgemein verbreitet ist die Annahme, dass die Aufnahme bestimmter Pflanzen oder auch nur ihr Vorhandensein auf den Weiden zu der Krankheit in Beziehung steht. Saure Gräser, die Blüte des Ginsters (im Schwarzwald), diejenige des Rotklees (in Pommern), Erlengebüsch, junge Sprossen der verschiedensten Sträucher und Bäume werden beschuldigt, die Krankheit hervorzurufen, wie wir später sehen werden, mit Unrecht. Daneben wird mit mehr Berechtigung sumpfige Bodenbeschaffenheit, Vorhandensein stagnierender Gewässer zu dem Auftreten der Hämoglobinurie in Beziehung gebracht. An anderen Orten, wie z. B. an den Berghängen des Schwarzwaldes, kommt die Krankheit auf Boden vor, der nicht gerade sumpfig zu nennen ist.

Der Witterung wird vielfach ein Einfluss zugeschrieben; bald tritt die Krankheit auf im Anschluss an grosse Hitze, bald nach jähem Wechsel der Witterung, besonders wenn heisses Wetter in kalte regnerische Witterung umschlägt. Strapazen sollen gleichfalls den Ausbruch der Hämoglobinurie begünstigen. Auch auf den Verlauf der eingetretenen Erkrankung wirken diese Umstände ungünstig ein, denn die Erfahrung hat gelehrt, dass die Krankheit leichter verläuft, wenn die erkrankten Tiere bei Zeiten diesen Einflüssen durch Entfernung von der Weide und Unterbringung in einem kühlen, luftigen Stall entzogen werden.

Es wird unsere Aufgabe sein, in einem späteren Abschnitt den Ursachen dieser Erscheinungen nachzugehen.

Die Untersuchungen, über welche in folgendem berichtet werden soll, wurden in den Jahren 1900, 1901 und 1902 angestellt. Das erforderliche Versuchsmaterial wurde in verschiedenen von der Hämoglobinurie befallenen Gegenden Deutschlands gesammelt und im Kaiserlichen Gesundheitsamt sowie im pathologischen Institut der Königlichen tierärztlichen Hochschule zu Berlin weiter verarbeitet. Bereits bei dem ersten im Juni 1900 untersuchten, an Hämoglobinurie leidenden Tier wurden die spezifischen Erreger nachgewiesen. Die Untersuchungen erstreckten sich in der Folge auf die Erscheinungen der einheimischen Hämoglobinurie, auf die Eigenschaften ihres Erregers, auf die Übertragungsart sowie die Bekämpfung der Seuche.

II. Krankheitserscheinungen.

Wir wollen zunächst die Erscheinungen, welche in der Regel an den kranken Rindern beobachtet werden, kurz zusammenfassen.

Die Rinder sind fieberhaft erkrankt. Sie zeigen eine grosse Mattigkeit, fressen nicht und haben Durchfall; die ausgeschiedenen Massen sind zuweilen blutig. Bald darauf wird blassroter, später braun- oder schwarzroter Harn von den Rindern entleert; nur in seltenen Fällen behält der Harn seine normale gelbe Farbe. Der Harn schäumt und gerinnt beim Kochen oft zu einer dunkelbraunen gallertigen Masse. Die Rinder stellen sich häufig zum Harnen, entleeren aber jedesmal nur kleine Mengen von Harn. Zuweilen ist auch die Milch gelbrot gefärbt. Der Puls ist beschleunigt und klein. Gewöhnlich tritt vom 3. Tage ab Verstopfung ein. Die Rinder sind beim Niederlegen und Aufstehen unbeholfen und zeigen beim Gehen einen gespannten schwerfälligen Gang. Dabei ist die Lendengegend auffallend empfindlich, auch werden nicht selten leichte Zuckungen an den Muskeln des Hinterteils beobachtet. Dann tritt auffallende Schwäche ein. Die Rinder liegen meist am Boden und können sich kaum erheben, sie legen den Kopf in die Seite und berühren mit demselben die Bauchwand, sie stöhnen. Hörner, Ohren und Extremitäten fühlen sich kalt an, die Schleimhäute des Kopfes sind blass. Der sehr beschleunigte Puls ist schwach. Schliesslich folgen allgemeine Erschöpfung und der Tod.

Bei gutartigem Verlaufe nehmen die Krankheitserscheinungen allmählich ab.

Zu dieser kurzen und allgemeinen Beschreibung des Krankheitsbildes bemerken wir noch folgendes.

Zwischen der Infektion mit den Parasiten und dem Auftreten der ersten Krankheitserscheinungen liegt ein Zeitraum von etwa 10 Tagen; dann beginnt das Fieber.

Mit der Steigerung der Körpertemperatur geht einher die Beschleunigung der Herztätigkeit und die Muskelschwäche. Hierzu kommen Durchfall, ferner die häufige Entleerung eines in der Regel rot gefärbten Harnes. Die häufige Entleerung des Harnes ist durch eine Reizung der Harnwege, die rote Farbe desselben durch die Anwesenheit von Blutfarbstoff veranlasst. In der Regel hat der Harn die Farbe des Portweins, in schweren Fällen wird er dunkelbraun wie Porter.

Der Blutfarbstoff wird infolge Zerstörung der roten Blutkörperchen, die als eine Wirkung der Parasiten aufzufassen ist, frei, löst sich in der Flüssigkeit des Blutes auf und wird besonders durch die Nieren, weniger durch andere Organe, z. B.

die Milchdrüsen ausgeschieden. Oft ist die Menge des im Harne gelösten Farbstoffes so gering, dass seine Gegenwart aus der Farbe des Harnes nicht sicher erkannt werden kann. In diesen Fällen gelingt der Nachweis aber mit Hilfe des Spektroskops. Eine spektroskopische Untersuchung des Harnes wird in zweifelhaften Fällen erforderlich sein. Denn auch bei Rindern, die an anderen schweren fieberhaften Krankheiten leiden, kann der Harn nicht selten rötlich gefärbt sein. Anderseits kommt es jedoch auch bei der Infektion mit den Parasiten der Hämoglobinurie zuweilen überhaupt nicht zu einer Ausscheidung von Blutfarbstoff mit dem Harn.

Aus den nachfolgenden Tabellen ergibt sich der Zusammenhang zwischen der Temperatur, der Zahl der Parasiten, der Zahl der Blutkörperchen und der Ausscheidung des Blutfarbstoffes.

I. Am 1. Tage 20 ccm parasitenhaltiges Blut in die Bauchhöhle gespritzt. Tod am 12. Tage.

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Temperatur	38,0	38,3	38,5	38,8	38,7	40,5	40,2	41,2	41,5	40,9	40,2	39,0 36,5								
Zahl der Parasiten						wenige	zahlreicher	sehr viele	sehr viele	sehr viele	wenige	vereinzelte								
Zahl der roten Blutkörperchen	7800000					7500000	6800000	5600000	5100000	4300000	3000000	1250000 †								
Hämoglobinurie:								Harn Portweinfarbe	Harn Porterfarbe	Harn Porterfarbe	Harn Porterfarbe	Harn Porterfarbe								

II. Am 1. Tage 20 ccm parasitenhaltiges Blut in die Bauchhöhle gespritzt. Genesung.

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Temperatur	39,7	39,9	39,8	39,9	39,7	39,8	41,0	39,8	41,5	40,9	39,8	39,8	39,8	39,5	39,5	38,9	39,0	39,2	39,0	38,9
Zahl der Parasiten							vereinzelte	sehr wenige	zahlreicher	ziemlich viele	viele	viele	wenige	sehr wenige	vereinzelte	ganz vereinzelte				
Zahl der roten Blutkörperchen							7000000	6400000	5240000	4082000	3552000	2560000	2600000	2920000	2620000	3467000	2800000	3112000	3500000	4000000
Hämoglobinurie:											mässig stark									

Die Zahl der roten Blutkörperchen in einem Kubikmillimeter Blut beträgt beim gesunden Rinde 7—8 Millionen. In schweren Fällen der Krankheit haben wir wiederholt beobachtet, dass schon nach Verlauf von einigen Tagen die Zahl der roten Blutkörperchen auf ein Drittel oder sogar auf ein Viertel der normalen Menge gesunken war.

Mit der Abnahme der Zahl der roten Blutkörperchen und mit der Ausscheidung des Hämoglobins durch die Nieren nimmt die Menge des letzteren im Blute und damit auch die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs ab. Die Tiere sind infolgedessen benommen, atmen angestrengt und beschleunigt, die Schleimhäute sind blassrot oder blassgelb, die Temperatur steigt auf 41,0° und darüber, der Puls ist beschleunigt und kaum fühlbar. Die Schwäche wird so hochgradig, dass die Tiere sich häufig niederlegen und sich schliesslich nicht mehr erheben können. Die Fresslust hat gänzlich aufgehört, und die Darmbewegung ist verlangsamt.

Gewöhnlich hört am 5. Krankheitstage die Ausscheidung des Blutfarbstoffs auf; gleichzeitig sinkt die Körpertemperatur. Dann folgt die Entscheidung: entweder tritt Genesung oder der Tod ein. Im ersteren Falle verschwindet das Fieber und damit eine Reihe von Erscheinungen, welche durch dasselbe bedingt waren. Die Schwäche hört auf, die Tiere erheben sich wieder, die Darmbewegung wird lebhafter und die Fresslust stellt sich wieder ein.

Bei ungünstigem Ausgange der Krankheit sinkt die Körpertemperatur rasch bis auf 36,0° und selbst bis auf 35,0°; Ohren und Extremitäten der Tiere fühlen sich kalt an. Die Schwäche nimmt mehr und mehr zu Das Atmen ist oberflächlich und beschleunigt, die Benommenheit sehr hochgradig. Schliesslich treten Muskelzuckungen und der Tod ein.

Die Krankheit nimmt in der Regel den oben mitgeteilten Verlauf, welchen wir als den akuten bezeichnen können; sie kann aber auch in chronischem Verlauf zum Tode führen und zwar in Fällen, wo die Parasiten und damit die Ausscheidung des Blutfarbstoffes zwar verschwinden, aber die durch die Infektion entstandenen Veränderungen an den blutbildenden Organen so hochgradig sind, dass eine langsam fortschreitende Erschöpfung und Abmagerung den Tod der Tiere herbeiführen.

Das sicherste Erkennungsmerkmal der Krankheit ist der Nachweis der Parasiten im Blute der erkrankten Tiere.

Wir wollen noch auf einige Eigenschaften des Blutes kranker Tiere aufmerksam machen, welche von Bedeutung sind.

Das Blut von Rindern, welche an einer leichteren Form der Hämoglobinurie leiden, zeigt das gewöhnliche Verhalten. Es hat die normale rote Farbe und gerinnt, wenn es aus der Ader gelassen wird. Dagegen nimmt es, wenn es reich an Parasiten ist und dementsprechend auch viele rote Blutkörperchen zugrunde gehen, eine wässerige Beschaffenheit an. Wird solches Blut auf Deckgläschen ausgestrichen, so erscheinen letztere vollkommen farblos.

In schweren Krankheitsfällen gerinnt das aus der Ader gelassene Blut schliesslich nicht mehr und stellt eine schmierige braunrote Masse dar.

Ferner nimmt während des Auftretens der Parasiten im Blute die Zahl der farblosen Blutkörperchen zu.

Gegen das Ende der Krankheit, wenn entweder gar keine oder nur noch ganz vereinzelte Parasiten im Blute nachgewiesen werden können, zeigen sich zahlreiche Makrocyten und Blutkörperchen mit basophiler Granulation (punktierte rote Blutkörperchen). Ihre Gegenwart im Blute spricht für eine pathologische Blutbildung im Knochenmarke.

Die roten Blutkörperchen mit basophiler Granulation haben die Grösse von Makrocyten, also einen Durchmesser von etwa 9 μ. Die Zahl der granulierten roten Blutkörperchen und die Länge der Zeit, während welcher sie im Blute nachzuweisen sind, hängt von der Schwere der Erkrankung ab. In leichten Fällen fehlen sie entweder ganz oder finden sich nur 2—3 Tage lang nach Verschwinden der Parasiten aus dem Blut. In schweren Fällen der Krankheit dauert die Gegenwart der in Rede stehenden Blutkörperchen 7—8 Tage an, und oft ist ihre Zahl am 2.—4. Tage eine so grosse, dass im Blute mehr granulierte als normale rote Blutkörperchen nachzuweisen sind.

Anatomischer Befund.

Wir haben eine grosse Anzahl von Obduktionen gemacht und nicht nur die groben, sondern auch die histologischen Veränderungen an den Organen der an der Hämoglobinurie erkrankten und getöteten oder verendeten Rinder festgestellt. Dadurch, dass Rinder in jedem Stadium der Erkrankung getötet werden konnten, hatten wir Gelegenheit, den Entwicklungsgang der krankhaften Veränderungen in den Organen bis zum Tode der Tiere verfolgen zu können. Wir teilen aus der Sammlung der Obduktionsprotokolle vier mit, von denen sich zwei auf Rinder beziehen, welche nach Einspritzung parasitenhaltigen Blutes erkrankt waren, während zwei spontan erkrankten Tieren zugehören.

Der erste Obduktionsbericht betrifft eine Kuh, welche am 12. Tage nach der Einspritzung von parasitenhaltigem Blute in die Bauchhöhle verendet war. Der Krankheitsverlauf ergibt sich aus der Tabelle, welche wir auf Seite 9 mitgeteilt haben.

I. Obduktionsbericht.

Kennzeichen: Schwarzbunte Kuh, 11 Jahre.
Tag des Todes: 5. Dezember 1900.
Tag der Obduktion: 6. Dezember 1900.

Befund.

Der Kadaver ist gut genährt; die Totenstarre ist an demselben eingetreten. Die natürlichen Körperöffnungen sind geschlossen. In der Unterhaut ist reichlich Fett vorhanden

In der Bauchhöhle kein abnormer Inhalt; Bauchfell glatt und glänzend. Im retroperitonealen Gewebe ist reichlich Fett von gelblich weisser Farbe und harter, krümeliger Konsistenz vorhanden, namentlich in der Nieren- und Lendengegend; Netz und Gekröse enthalten gleichfalls reichlich Fett. Der Pansen und die Haube sind mit breiigem, schmutzig grün gefärbtem Inhalt angefüllt; im Psalter ist der Inhalt trocken, im Labmagen dünnflüssig. An der Labmagenschleimhaut keine Veränderungen; dieselbe ist weiss und glänzend. Der Zwölffingerdarm hat eine grauweisse Farbe. Bei mässigem Druck auf die Gallenblase tritt keine Galle aus; erst bei starkem Druck entleert sich schleimige, klümprige, dunkelgrün gefärbte Galle in den Zwölffingerdarm. Der Leerdarm sieht aussen bläulich rot aus und enthält dickflüssigen Inhalt, welcher chokoladen-

braune Farbe besitzt. Die Wand dieses Darmteils ist dick, die Schleimhaut gerötet und zwar bemerkt man bei genauer Betrachtung rote, astartig verzweigte Linien, zwischen welchen sich scharf begrenzte, punkt- bis linsengrosse Blutungen vorfinden. Blind-, Grimm- und Mastdarm sind mit breiigem Inhalt angefüllt; an der Schleimhaut dieser Darmteile nichts Abnormes. Die Milz ist 52 cm lang, 15,5 cm breit und 1,5 cm dick; das Gewicht des Organs beträgt 1 Kilo. Die Milz hat eine länglich elliptische Gestalt, stahlblaue Farbe und weiche Konsistenz. Die Milzkapsel ist gespannt. Auf der Schnittfläche ist die reichliche Pulpa braunrot, weich, teilweise ausfliessend. Das trabekuläre Gewebe ist schwer erkennbar, die Follikel sind vereinzelt sichtbar und erscheinen als hirsekorngrosse weisse Punkte. Die Leber ist 15 Pfund schwer, die Ränder derselben sind leicht abgerundet, die Konsistenz ist derb. In der graubraunen Grundfarbe bemerkt man zahlreiche zehnpfennig- bis markstückgrosse gelbe Flecke. In dem graubraunen Lebergewebe ist die Läppchenzeichnung kaum nachzuweisen; im Bereiche der gelben Flecke haben die Centra der Lobuli zitronengelbe, die peripherischen Teile gelblichbraune Farbe. Bei der mikroskopischen Untersuchung von Gefrierschnitten zeigen die Leberzellen eine feinkörnige, starke Trübung, welche auf Zusatz von Essigsäure verschwindet. Ausserdem ist Gallenfarbstoff in den Leberzellen der gelben Flecke abgelagert und zwar vorzugsweise im Zentrum der Lobuli, weniger in der Peripherie derselben. In der Gallenblase sind 300 ccm dunkelgrüner, klümpriger, dickflüssiger Galle enthalten. Die Klumpen sind weich, graugrün gefärbt und haben ein gallertiges Aussehen. Die Oberfläche der Schleimhaut der Gallenblase, sowie der Gallengänge ist mit einer zähen, schleimigen Masse überzogen. Die linke Niere ist 24 cm lang, 11 cm breit und 4 cm dick, die rechte ist 22,5 cm lang, 12 cm breit und 5,5 cm dick. Beide Nieren wiegen zusammen 1,5 Kilo. Die Nierenkapseln lassen sich leicht abziehen. Die Oberfläche der Nieren ist glatt und dunkelbraun gefärbt. Auf der Schnittfläche ist die Rindensubstanz braun, die Marksubstanz gerötet; erstere ist gleichzeitig leicht getrübt. In den geraden Harnkanälchen befindet sich braunroter, trüber Harn, welcher beim Streichen gegen die Papillen aus letzteren austritt. In der Harnblase ist dunkelroter Harn enthalten.

In den Brustfellsäcken kein abnormer Inhalt. Brustfell glatt und glänzend. Lungen retrahiert, überall lufthaltig und elastisch weich. Linke Lunge hellrot, rechte dunkelrot. Im Herzbeutel ein Esslöffel voll bernsteingelber Flüssigkeit. Herz klein und wenig gefüllt. Herzspitze deutlich ausgeprägt. Das im Herzen befindliche Blut ist schlecht geronnen, dunkelrot, lackfarben. Das Blutserum enthält reichlich Blutfarbstoff gelöst. Herzfleisch graurot, trocken, leicht getrübt. Im oberen Teil der Luftröhrenschleimhaut, sowie in der Kehlkopf- und Schlundkopfschleimhaut ist ramiforme Röte nachweisbar; die Schleimhautoberfläche zeigt einen dünnen schleimigen Belag, welcher sich durch einen Wasserstrahl nicht entfernen lässt.

Das Knochenmark der Röhrenknochen ist in der Nähe der Rindenschicht leicht gerötet.

Pathologisch-anatomische Diagnose:

Haemoglobinaemia, Hämoglobinuria, Jejunitis haemorrhagica. Hepatitis parenchymatosa, Icterus hepatis partialis catarrhalis multiplex, Cholecystitis catarrhalis. Intumescentia lienis hyperaemica hyperplastica. Nephritis et Myocarditis parenchymatosa levis. Laryngitis, Pharyngitis, Tracheïtis catarrhalis. Osteomyelitis acuta levis

Der zweite Obduktionsbericht betrifft eine Kuh, welche am 6. Tage nach der Einspritzung von parasitenhaltigem Blute in die Bauchhöhle getötet worden war.

2. Obduktionsbericht.

Kennzeichen: Schwarzbunte Kuh, 7—8 Jahre.
Tag der Tötung: 16 Oktober 1900.

Befund:

Der Kadaver ist mittelmässig genährt. In der Unterhaut ist Fett nur in sehr geringer Menge auf dem Rücken abgelagert. Die Körpermuskulatur ist schlaff und selbst nach mehreren Stunden noch nicht starr. Einige Muskeln, wie der Semitendinosus, sind hellrot gefärbt und erinnern an das Fleisch junger Rinder. Auf der Schnittfläche sind die Muskeln bräunlichrot, feucht und glänzend. Das Muskelgewebe ist schwach durchscheinend und ziemlich zähe. Das

Mark der Röhrenknochen ist zitronengelb; am unteren Ende einzelner Röhrenknochen jedoch, namentlich am Metacarpus, bemerkt man an der Grenze zwischen dem Knochenmark und der lamina terminalis deutlich ausgesprochene Rötung des Fettmarkes und der Diploë.

In der Bauchhöhle kein abnormer Inhalt. Das Bauchfell glatt und glänzend. Magen und Darm sind normal gelagert und aussen bläulichgrau gefärbt. Der Pansen enthält breiigen Inhalt von graugelber Farbe; in der Haube hat der Inhalt eine ähnliche Beschaffenheit. Im Psalter ist der Inhalt trocken, im Labmagen dagegen wieder breiig. Die Labmagenschleimhaut ist grauweiss und frei von krankhaften Veränderungen. Der Zwölffinger-, Leer- und Hüftdarm enthalten nur geringe Mengen schleimigen, schmutzig grünen Inhalts. Die Oberfläche der Schleimhaut ist mit einer dünnen Schleimschicht bedeckt. Die Schleimhaut ist zusammengezogen und in Falten gelegt, welche sowohl in der Längs- als auch in der Querrichtung verlaufen und sich leicht ausziehen lassen. Der Blinddarm enthält dickflüssigen, dunkelgrünen Inhalt. Die Schleimhaut ist frei von Veränderungen. Am Grimm- und Mastdarm ist nichts Abnormes nachzuweisen. Die Leber ist 10½ Pfund schwer, braunrot, derb und an den Rändern ziemlich scharf. Die Schnittfläche ist chokoladenbraun, feucht glänzend und ziemlich stark getrübt. Die Läppchenzeichnung ist schwer erkennbar. Auf der Schnittfläche bemerkt man Stellen, an welchen das Zentrum der Acini zitronengelb ist, während die Peripherie derselben einen grauen Farbenton hat. Bei der mikroskopischen Untersuchung von Gefrierschnitten findet man reichlich gelbes Pigment in den Leberzellen. Die in den peripherischen Teilen der Acini gelegenen Leberzellen enthalten ausserdem Fetttropfen in nicht zu grosser Anzahl. Die Gallenblase enthält dunkelgrüne, schleimige Galle. Die Schleimhaut der Gallenblase ist frei von Veränderungen. Die Milz ist geschwollen, 1½ Pfund schwer und besitzt abgerundete Ränder; sie ist 48 cm lang, 12 cm breit und 3 cm dick. Die Kapsel ist gespannt. Aussen sieht die Milz stahlblau, auf der Schnittfläche jedoch bräunlichrot, aus. Die Pulpa ist vermehrt und quillt über die Schnittfläche hervor, die Follikel sind vergrössert und nahezu reisskorngross. Die Konsistenz der Milz ist ziemlich fest. Die Nierenkapseln lassen sich leicht abziehen. Die Nierenoberfläche ist glatt, glänzend und dunkelrotbraun. Zusammen haben die Nieren ein Gewicht von 2½ Pfund. Die Konsistenz derselben ist derb. Die Schnittfläche ist feucht und glänzend, die Rindensubstanz braunrot, die Marksubstanz fleischrot, beim Streichen gegen die Papillen tritt aus diesen dunkelroter Harn aus. An der Rindenschicht ist leichte Trübung nachzuweisen, dagegen zeigt die Marksubstanz eine leicht durchscheinende Beschaffenheit. Bei der mikroskopischen Untersuchung wurde in einzelnen geraden Harnkanälchen geringe Trübung der Epithelien nachgewiesen, dagegen zeigten sich in vielen gewundenen und geraden Harnkanälchen Hämoglobininfarkte. In der Harnblase dunkelroter, trüber Harn, aus welchem sich ein schmutzig graues Sediment absetzt. Die Blasenschleimhaut ist durch den roten Farbstoff des Harns leicht gerötet, sonst aber frei von krankhaften Veränderungen.

In den Brustfellsäcken kein abnormer Inhalt. Brustfell glatt, glänzend und durchsichtig. Lungen retrahiert, klein, rosarot gefärbt und überall lufthaltig; die Konsistenz derselben ist elastisch weich, die Schnittfläche trocken. Herzbeutel frei von Veränderungen. Herz in Systole und leer. In den Kranzfurchen findet sich gelbes Fett von harter krümeliger Konsistenz. Herzfleisch braunrot und fest, auf dem Durchschnitt leicht getrübt. An der Innenhaut, den Klappen und den Öffnungen nichts Abnormes. Halsorgane frei von krankhaften Veränderungen.

Pathologisch anatomische Diagnose:

Haemoglobinuria et Haemoglobinaemia. Intumescentia lienis hyperplastica acuta. Infarcta haemoglobini renum. Nephritis corticalis parenchymatosa levis. Jejunitis catarrhalis levis. Icterus hepatis partialis. Hepatitis parenchymatosa. Myocarditis parenchymatosa levis.

Das dritte Obduktionsprotokoll bezieht sich auf ein Rind, welches am 29. Juni 1900 in Landsberg a. W. einer natürlichen Infektion erlegen und am nächsten Tage seziert worden war. Ausser diesem Rinde wurden an demselben Tage noch zwei andere gleichfalls an Hämoglobinurie zugrunde gegangene Tiere seziert. Da die Befunde bei den drei Tieren fast genau übereinstimmten, so wird nur der Befund des zuerst erwähnten Rindes mitgeteilt.

3. Obduktionsbericht.

Kennzeichen: Rotbunte Kuh, ca. 14 Jahre alt.
Tag des Todes: 29. Juni 1900.
Tag der Obduktion: 30. Juni 1900.

Befund:

Der Nährzustand ist sehr schlecht. Die Unterhaut und das zwischen den Körpermuskeln gelegene Gewebe ist wässerig durchtränkt. Die Körpermuskeln sind leicht getrübt und rötlichgrau, teilweise auch durchfeuchtet. Die Gefässe der Unterhaut enthalten nur kleine Mengen wässerigen, flüssigen Blutes.

Der Bauch ist eingefallen. Bauchfell glatt, glänzend. Der Darm liegt normal und ist fast leer. Die Schleimhaut des Dünndarmes ist in Falten gelegt, mit gelblichem Schleim bedeckt und fleckig gerötet. Die Peyer'schen Haufen sind nicht verändert. Die Schleimhaut des Blind- und des vorderen Teiles des Grimmdarmes lässt eine geringe Schwellung, fleckige Rötung und Faltenbildung erkennen. An manchen Stellen zeigt sich eine bläuliche Färbung der Zottenspitzen. Die Milz hat eine Länge von 44 cm, eine Breite von 13,5 cm, eine Dicke von 2,5 cm und ein Gewicht von 1 kg. Die Oberfläche der Milz ist gewölbt und stahlblau; ihre Ränder sind abgerundet; die Konsistenz der Milz ist weich. Auf dem Durchschnitte erscheint die Pulpa erheblich vermehrt und besitzt eine braunrote Farbe. Die Follikel sind klein, sagokorngross. Die Leber ist gross, gewölbt, an den Rändern abgerundet und gelbbraun gefärbt; sie hat eine derbe Konsistenz und ein Gewicht von 9½ kg. Die Schnittfläche der Leber sieht graugelb aus; das Lebergewebe ist stark getrübt; die Läppchenzeichnung ist undeutlich. Die Peripherie ist bei fast allen Leberläppchen graugelb. Das Zentrum ist bei vielen Läppchen rot, bei anderen Läppchen intensiv gelb gefärbt. Einzelne Leberläppchen sind ganz gelb. Bei der mikroskopischen Untersuchung von frischen, ungefärbten Schnitten zeigt sich, dass die Zellen der peripheren Zone der Läppchen mit Fett gefüllt sind, während die Zellen in den zentralen Teilen der Läppchen Gallenfarbstoff enthalten. Gleichzeitig besteht an den Leberzellen eine deutliche körnige Trübung. Die Nieren sind erheblich geschwollen; jede Niere wiegt 1 kg. Die Fettkapseln sind dünn und gelb. Die Kapseln sind leicht von den Nieren abzulösen. Die Nierenoberfläche ist glatt, dunkelbraunrot, glänzend und schwarzbraun punktiert. Die Konsistenz der Nieren ist ziemlich weich. Auf dem Durchschnitte sind die Nieren feucht und dunkelbraunrot gefärbt. Rinden- und Markschicht sind schwer von einander zu trennen. Die Rinde ist auffallend breit, leicht getrübt und von schwarzbraunen Streifen und Flecken durchsetzt. Die Markschicht ist braunrot, die Papille etwas blasser gefärbt. Bei der mikroskopischen Untersuchung von frischen, ungefärbten Schnitten der Nieren ergibt sich, dass die Epithelien der gewundenen und geraden Harnkanälchen fast überall mit gelbrötlicher, feinkörniger Masse angefüllt sind, und dass dieselbe Masse stellenweise die Harnkanälchen füllt. An diesen Stellen sind die Harnkanälchen ausgedehnt. Die Harnblase enthält ungefähr ¾ Liter dunkelbraunrot gefärbten Harnes. Die Schleimhaut der Harnblase sieht grauweiss aus.

Die Schleimhaut des Scheidenvorhofes ist Sitz zahlreicher punktförmiger Blutungen.

Die Lungen sind gross, unvollständig zusammengezogen und blutleer; auf dem Durchschnitte ist das Gewebe lufthaltig und trocken. Die Alveolen sind in manchen Läppchen auffallend gross, und das Lungengewebe ist an diesen Stellen puffig. Der Herzmuskel ist graubraunrot, sein Durchschnitt etwas trübe und trocken. In einer Anzahl der Herzmuskelfasern liegen kleine Körnchen, die auf Essigsäurezusatz verschwinden. Die laterale Trikuspidal-Klappe ist an der Schliessungslinie Sitz einer länglich ovalen schwarzroten Blutung.

An der Luftröhre, dem Schlunde und den benachbarten Weichteilen, sowie an der Zunge liegen keine krankhaften Abweichungen vor.

Am Gehirn und seinen Häuten nichts Krankhaftes.

Das Knochenmark am proximalen Ende der Oberschenkelbeine und in der Nähe der Rindenschicht der Röhrenknochen graurot.

Pathologisch-anatomische Diagnose:

Haemoglobinuria et Haemoglobinaemia. Intumescentia lienis acuta. Nephritis parenchymatosa levis. Infarcta haemoglobini renum. Hepatitis parenchymatosa. Icterus hepatis. Myocarditis et Myositis parenchymatosa levis. Haemorrhagia valvularis tricuspidalis. Enteritis catarrhalis. Osteomyelitis hyperplastica acuta. Anaemia et Cachexia.

Das vierte Obduktionsprotokoll betrifft eine Kuh, die in Marwitz, Kreis Landsberg a. W., verendet war.

4. Obduktionsbericht.

Kennzeichen: Schwarze Kuh mit weissen Flecken, 10 Jahre alt.
Tag des Todes: 17. Mai 1901.
Tag der Obduktion: 18. Mai 1901.

Befund:

Der Kadaver ist schlecht genährt; die Totenstarre ist an demselben eingetreten. Die natürlichen Körperöffnungen sind geschlossen. In der Unterhaut ist Fett nur in Spuren vorhanden. Die Muskeln mässig feucht, leicht getrübt und rotgrau. Der Bauch ist eingefallen. In der Bauchhöhle befindet sich kein abnormer Inhalt. Das Bauchfell ist glatt, glänzend und durchsichtig. Im retroperitonealen Gewebe ist nur wenig Fett nachzuweisen; die Fettkapseln der Nieren sind schlaff und beutelartig. Der Darm ist normal gelagert und aussen grünlichgrau gefärbt. Im Pansen ist breiiger, schmutzig gelber Inhalt nachzuweisen; in der Haube ist der Inhalt dünnflüssig, der Löserinhalt ist trocken; im Labmagen finden sich breiige Massen vor. Die Labmagenschleimhaut ist im hinteren Teile fleckig schwarz gefärbt und geschwollen. Die Duodenalschleimhaut enthält gleichfalls mehrere bis linsengrosse, schwarze Flecke und ist leicht geschwollen. Die Schleimhaut der übrigen Darmteile ist grauweiss und samtartig. Die Leber ist 7 kg schwer, gelb gefärbt, derb und hat abgerundete Ränder. Auf der Schnittfläche ist die Leber glänzend, safrangelb und leicht durchscheinend. Nur an einer sehr kleinen, etwa markstückgrossen Stelle ist die Lebersubstanz stark getrübt. Die Läppchenzeichnung ist schwer erkennbar. In den Gallengängen finden sich zahlreiche Distomen. Die Gallenblase enthält reichlich ½ Liter dunkelgrüner klümpriger Galle. Bei mässigem Druck auf die Gallenblase tritt aus der Papilla biliaria keine Galle aus; erst stärkerer Druck vermag das Hindernis in der portio intestinalis des Gallenganges zu beseitigen. Die Milz ist 1¼ kg schwer, 45 cm lang, 14 cm breit und 3 cm dick, bläulichrot, von normaler Konsistenz. Auf der Schnittfläche ist die Milz braunrot, hügelig; die Pulpa ist stark vermehrt, braunrot; die Follikel erscheinen als grauweisse, stecknadelkopfgrosse Flecken; das trabekuläre Gewebe wird von der Pulpa vollkommen verdeckt. Die Nieren sind zusammen 1¼ kg schwer. Die Nierenkapseln lassen sich leicht abziehen. Die Nierenoberfläche ist glatt und rotbraun gefärbt. Auf der Schnittfläche ist die Rindensubstanz leicht getrübt und rotbraun; die Marksubstanz hellrot. In der Harnblase befindet sich chokoladebrauner, trüber Harn; die Blasenschleimhaut ist grauweiss und frei von krankhaften Veränderungen.

In den Brustfellsäcken kein abnormer Inhalt, Brustfell glatt und glänzend. Lungen retrahiert, hellrosarot, überall lufthaltig und elastisch weich. Auf der Schnittfläche sind die Lungen trocken und hellrosarot; die rechte Lunge ist etwas blutreicher und intensiver gerötet als die linke. Im Herzbeutel ein Esslöffel voll bernsteingelber Flüssigkeit. Die beiden Blätter des Herzbeutels glatt, glänzend und durchsichtig. Herzspitze deutlich ausgeprägt und nach hinten gerichtet. Die rechte Herzhälfte ist stärker gefüllt, als die linke; in den Herzhöhlen finden sich speckhäutige Gerinnsel und unvollständig geronnenes Blut. Die linke Kammer ist 14 cm hoch, die rechte 13 cm; die Dicke der Wand des linken Ventrikels beträgt 3 cm, die des rechten Ventrikels 1,5 cm. Die Mitralis ist am Rande verdickt. Herzfleisch bräunlichrot, auf der Schnittfläche glänzend und leicht getrübt.

An den Halsorganen keine Veränderungen.

Das Knochenmark in den grossen Röhrenknochen fleckweise oder allgemein gerötet. An den geröteten Stellen erhebt sich das Mark etwas über den Durchschnitt der Röhrenknochen.

Pathologisch-anatomische Diagnose:

Haemoglobinuria et Haemoglobinaemia. Intumescentia lienis hyperplastica acuta. Hepatitis parenchymatosa. Icterus catarrhalis hepatis. Nephritis parenchymatosa levis. Myositis et Myocarditis parenchymatosa levis. Osteomyelitis acuta. Anaemia et Cachexia.

Der anatomische Befund an den grossen Organen, z. B. Leber und Nieren, gehört dem Bilde der allgemeinen Infektion zu. Die Schwellung der Milz ist teils

durch Hyperplasie der Milzpulpa, teils durch Hyperämie bedingt; sie erreicht aber niemals den Grad, wie z. B. beim Milzbrande der Rinder, bei dem die Milz gewöhnlich sehr gross und die Milzpulpa fast flüssig ist. Die Milz bei der Hämoglobinurie ist auf dem Durchschnitte dunkelrot und meist glatt, die Konsistenz der Milzpulpa ist weich. Blutungen in der Milz treten bei der Hämoglobinurie nicht auf. Das Milzgewebe ist, wie Ausstriche desselben auf Deckgläschen lehren, ungewöhnlich reich an Parasiten, meist auch reicher an letzteren als alle übrigen Organe des Körpers. Gewöhnlich haben die Parasiten eine kugelförmige, nicht selten aber auch eine birnenförmige Gestalt.

Ferner ist eine parenchymatöse Trübung an der Leber, den Nieren, dem Herzfleische und den Körpermuskeln nachzuweisen. Diese Trübung beruht auf der Gegenwart von kleinen Körnern in den Zellen der genannten Organe. Diese Körner verschwinden, wenn den mikroskopischen Präparaten Essigsäure zugesetzt wird. Die Leber ist vergrössert und die Ränder derselben sind abgerundet. Das Gewebe der Leber zeigt einen geringen Grad von Brüchigkeit und hat auf dem Durchschnitte gewöhnlich eine graubraune Farbe. Da die zentralen und peripherischen Teile der Acini gleichmässig graubraun gefärbt sind, so sind die Grenzen der einzelnen Acini schwer zu erkennen. Die Trübung der Leber tritt zuweilen fleckweise auf, so dass braunrote oder graubraunrote Stellen mit einander abwechseln. In anderen Fällen, in denen Ikterus der Leber besteht, sind die zentralen Teile der Acini oder die ganzen Acini gelb. Das erstere ist der Fall, wenn in den peripherischen Teilen der Acini gleichzeitig Fettinfiltration vorliegt, denn das Fett in den Leberzellen nimmt den Gallenfarbstoff nicht in sich auf und bleibt deshalb ungefärbt.

Von hohem Interesse ist das Verhalten der Gallenwege. An der Schleimhaut der letzteren ist eine katarrhalische Reizung nachzuweisen. Die kleinen Gefässe in der Schleimhaut der Gallenblase und der Gallengänge sind mit Blut gefüllt, und oft ist die Schleimhaut Sitz von punktförmigen Blutungen. Die Galle hat fast ausnahmslos eine schleimige Beschaffenheit; sie fliesst schwer, ist aus den Gallengängen nur durch Druck zu entleeren und verstopft daher leicht die portio intestinalis des Ductus choledochus. In den letzteren Fällen entsteht Ikterus der Leber. Zuweilen ist die Galle so zähe, dass sie mit dem Messer geschnitten werden kann.

Die Trübung der Nieren tritt in der Rindensubstanz auf. Die Nieren haben deshalb bei vielen der an Hämoglobinurie zugrunde gegangenen Tiere eine graubraune Farbe. Bei denjenigen Tieren aber, deren Harn reich an Blutfarbstoff war, ist die Rindensubstanz zwar auch getrübt, aber rot gefärbt, weil das Gewebe der Nieren mit gelöstem Blutfarbstoffe durchtränkt ist. Die rote Farbe zeigt sich besonders auf dem Durchschnitte der Marksubstanz. In den Harnkanälchen, namentlich in den geraden Harnkanälchen findet man den Blutfarbstoff oft in Form rötlichgelber oder bräunlicher Tropfen, bezw. bräunlicher Zylinder vor. In schweren Fällen enthalten die Harnkanälchen auch hyaline Zylinder. Eine Durchtränkung der Fettkapseln der Nieren mit hämoglobinhaltiger Flüssigkeit ist nicht beobachtet worden.

Das Herzfleisch und die Körpermuskeln sind graurot gefärbt und leicht getrübt. In sehr schweren Fällen sind die Muskeln gleichzeitig trocken und leicht zerreissbar.

Bei vielen der an Hämoglobinurie gestorbenen Tiere sind im subendokardialen Gewebe Blutungen nachzuweisen. Letztere treten besonders an der Spitze der Papillarmuskeln und auf der Höhe der Fleischbalken auf.

Im Blute der Leber, der Nieren, des Herzfleisches, der Lungen und der Muskeln sind Parasiten enthalten. Das Verhältnis der mit Parasiten besetzten Blutkörperchen zu den nicht infizierten Blutscheiben scheint in allen Organen dasselbe zu sein, wenigstens konnte ein auffallender Unterschied nicht wahrgenommen werden.

Zu diesen Veränderungen kommt noch ein Katarrh an der Schleimhaut des vierten Magens und des Darmes. Die Zottenspitzen der Schleimhaut des Dünndarmes, namentlich die auf den Querfalten gelegenen Zottenspitzen sind gerötet. Ist der Dünndarm aufgeschnitten, so sieht man oft in regelmässigen Abständen breite rote Streifen in der Schleimhaut desselben. Die Peyer'schen Haufen sind etwas geschwollen und zuweilen mit roten Punkten besetzt. Eine ähnliche Schwellung zeigt sich an den in der Schleimhaut des Dickdarms gelegenen Lymphapparaten.

Schliesslich ist noch auf die Beschaffenheit des Knochenmarks aufmerksam zu machen. Das Markgewebe in der Nähe der Ernährungsgefässe nimmt eine rote Farbe an. In der Regel ist der Teil des Markes, welcher der substantia corticalis der Röhrenknochen anliegt, rot, ebenso das Mark im proximalen Ende des Femur, zuweilen auch das Mark im anstossenden Teile der Diaphyse. Das Mark ist aber nicht nur gerötet, sondern die Menge desselben auch vermehrt, so dass es über den Durchschnitt etwas hervorquillt. Mithin besteht an den genannten Stellen Hyperämie und Hyperplasie des Knochenmarkes, welche beide die Folge der Reizung sind. Bei der mikroskopischen Untersuchung von Teilen des roten Knochenmarkes lässt sich nachweisen, dass die Summe der kernhaltigen roten Blutkörperchen (Normoblasten) zugenommen hat, und dass sehr viele von ihnen ungewöhnlich gross (Metrocyten) sind. Eine ähnliche Beschaffenheit zeigt das Blut, von dem wir bereits angegeben haben, dass grosse rote Blutkörperchen meist ohne Kern (Makrocyten) in demselben enthalten sind. Diese Vermehrung und Vergrösserung der Normoblasten im Knochenmarke ist offenbar auf die plötzliche Hämoglobinverarmung des Blutes zurückzuführen. In jedem Falle ist das Knochenmark bei der Hämoglobinurie der Rinder reich an grossen kernhaltigen und kernlosen roten Blutkörperchen, es ist also megaloblastisch oder makrocytisch geworden. Endlich sind im Knochenmarke auch sehr viele Parasiten nachzuweisen.

Mithin werden bei der Hämoglobinurie des Rindes Hyperplasie der Milz und des Knochenmarkes, trübe Schwellung der Leber, Nieren, Muskeln und des Herzfleisches sowie Katarrh des Darmes und der Gallenwege festgestellt. Auch kann der Katarrh der Gallenwege Ursache eines Leberikterus werden.

Da wir in der Lage waren, zu jeder Zeit die an Hämoglobinurie erkrankten Rinder töten und sezieren zu können, so hatten wir auch Gelegenheit, den Entwicklungsgang der an den Organen nachweisbaren Veränderungen verfolgen zu können. Zu einer Zeit, in der die Milz schon deutlich geschwollen ist, sind die parenchymatösen Veränderungen in den Organen entweder noch sehr gering oder fehlen ganz. Wir haben das letztere nicht nur durch die makroskopische, sondern auch durch die mikro-

skopische Untersuchung von Teilen der Organe festgestellt. Wann die Schwellung der Milz beginnt, lässt sich nicht genau sagen. Wir haben uns aber wiederholt davon überzeugen können, dass die Milz bei Rindern, welche nur wenige Stunden an Fieber gelitten hatten, bereits geschwollen war. Die parenchymatöse Trübung ist am auffallendsten in der Leber, und da sie in der Leber mit einem Katarrh der Gallengänge verbunden ist, so dürfte sie das Produkt eines Reizes sein, der frühzeitig und besonders auf die Leber wirkt. In jedem Falle ist die parenchymatöse Trübung in den Nieren viel geringer, als in der Leber. Auch die Körpermuskeln und das Herzfleisch sind Sitz einer leichten Trübung, verhalten sich also ähnlich wie die Nieren. Wir haben bei der Obduktion von Tieren, welche nur kurze Zeit an der Krankheit gelitten hatten, nachweisen können, dass die Leber bereits hochgradig verändert war, während die Nieren, die Körpermuskeln und das Herzfleisch erst den Beginn der parenchymatösen Trübung erkennen liessen

Bei der Hämoglobinurie sind endlich auch die Labdrüsen des vierten Magens und die Lieberkühn'schen Drüsen des Darmes erkrankt. Die Erkrankung dieser Drüsen tritt offenbar am spätestens ein, daher war sie bei der Obduktion von Rindern, welche erst seit kurzem erkrankt waren, kaum nachzuweisen, während sie bei der Obduktion von Tieren, welche an der Hämoglobinurie gestorben waren oder längere Zeit an derselben gelitten hatten, leicht erkennbar war. Nicht unerwähnt wollen wir noch lassen, dass die Lymphapparate des Darmes leicht miterkrankt sind.

III. Die Parasiten der Rinderhämoglobinurie.

Zum Nachweis der Parasiten der Hämoglobinurie bedient man sich am besten gefärbter Präparate. Diese werden in der Weise hergestellt, dass man bei dem zu untersuchenden Tier nach sorgfältiger Reinigung der Haut mit einer Impflanzette oder einer Schreibfeder, deren eine Zinke abgebrochen ist, eine kleine oberflächliche Hautvene, am besten am Ohr, ansticht und den hervorquellenden Blutstropfen mit dem Rande eines höchstens 0,08 mm dicken Deckglases auffängt. Der so beschickte Rand des Deckgläschens wird nunmehr sofort auf ein zweites Deckgläschen oder auf einen Objektträger in einem Winkel von etwa 45° aufgesetzt und schnell über die Oberfläche desselben hinweggezogen. Auf diese Weise erhält man das Blut in dünner Schicht ausgebreitet. Die Deckgläschen und Objektträger müssen vorher sehr sorgfältig von Fett befreit sein; Deckgläschen werden am besten nicht mit den Fingern, sondern mit der Ehrlich'schen federnden Pinzette angefasst. Das auf diese Weise hergestellte Ausstrichpräparat muss möglichst schnell an der Luft trocknen, wenn nicht starke Veränderungen der beim Rinde sehr empfindlichen roten Blutkörperchen eintreten sollen. In lufttrockenem Zustand können die Präparate einige Wochen aufbewahrt werden, ohne hinsichtlich ihrer Färbbarkeit Schaden zu nehmen.

Vor der Färbung müssen die Blutpräparate fixiert werden, am besten durch Einlegen in absoluten Alkohol auf etwa 25 Minuten. Nachdem der anhaftende Alkohol an der Luft verdunstet ist, werden die Präparate mit alkalischem Methylenblau nach Löffler oder stark verdünntem Boraxmethylenblau (2 % Methylenblau, 5 % Borax)

gefärbt, schnell in Wasser abgespült und getrocknet, in Cedernöl eingeschlossen und mit der Immersionslinse untersucht.

In derartig behandelten Präparaten findet man je nach der Schwere des Krankheitsfalles eine grössere oder geringere Zahl von roten Blutkörperchen mit einem oder mehreren Parasiten besetzt. Die kleinsten Formen haben eine Grösse von höchstens $^1/_6$ des Durchmessers der Blutkörperchen und sind von rundlicher Gestalt mit mehr oder weniger unregelmässigem Rand. Die Randzone nimmt den Farbstoff stärker auf als die Mitte, sodass oft der Parasit ringförmig erscheint. Zuweilen haben die Parasiten mehr gestreckte Gestalt und liegen dann quer über das Blutkörperchen ausgebreitet. Ferner finden sich grössere rundliche oder an einem Ende zugespitzte und in letzterem Falle birnförmige Parasiten bis zur Grösse von $^1/_3$ bis $^1/_2$ des Durchmessers der Erythrocyten. Die charakteristischste Form ist die der Doppelparasiten, welche dem Entdecker des Texasfiebererregers Smith[1]) Veranlassung gegeben hat, den Namen Pyrosoma bigeminum zu wählen. Jeder der beiden eine Doppelform bildenden Parasiten ist an dem einen Ende rundlich, an dem andern spitz zulaufend, oder aber beiderseits zugespitzt. Die spitzen Enden zweier Parasiten liegen einander gegenüber und sind durch eine feine Protoplasmabrücke mit einander verbunden. Der Längsdurchmesser jedes der zu einer Doppelform vereinigten Parasiten kann bis zur Hälfte des Durchmessers des Blutkörperchens betragen; sie liegen seltener in spitzem, häufiger in stumpfem Winkel zueinander. Zuweilen sind sie in einer geraden Linie quer über das Blutkörperchen gestreckt oder schmiegen sich innig dem Rand desselben an. Ausser den Doppelformen kommen ganz unregelmässig gestaltete, anscheinend aus drei oder gar vier Einzelindividuen bestehende Parasiten vor.

Einen genaueren Einblick in die Struktur der Parasiten gewinnt man durch Anwendung der Romanowsky'schen Färbemethode. Hierbei färbt sich die Kernsubstanz violettrot und das Protoplasma des Parasiten blau. Man kann nunmehr feststellen, dass selbst die kleinsten Formen eine Scheidung in Kern und Protoplasma erkennen lassen. Bei den ringförmigen und runden Parasiten ist die Kernsubstanz meist am Rande gelegen in Gestalt von rundlichen Körnern oder in Halbringform. Sehr bald scheint eine Teilung des Kerns einzutreten in zwei, drei oder vier Teile. Oft gewinnt man den Eindruck, dass sich ein solcher von etwas Protoplasma umgebener Kern von dem Parasitenleib abschnürt. Ist die Trennung des Kerns eines runden Parasiten in 2 Teile erfolgt, so schnürt sich der Protoplasmaleib häufig zwischen den Kernstücken ein, sodass eine Biskuitform entsteht. Jede der beiden Hälften einer Doppelform hat einen Kern. Derselbe kann im distalen Ende jeder Hälfte oder mehr nach der Mitte zu gelegen sein, zuweilen ziehen sich von der Hauptmasse des Kerns feinere Körner von Kernsubstanz nach dem proximalen Ende der Hälfte hin. Der Kern hat entweder die Form eines rundlichen, jedoch nicht gleichmässig scharfrandigen Kornes oder die Gestalt eines quer zum Längsdurchmesser liegenden leicht gekrümmten Stäbchens. Die oben erwähnten drei- und mehrteiligen Parasiten zeigen in jedem Teil körnige Kernsubstanz.

---

[1]) Zentralbl. f. Bakteriologie, Bd. 13, S. 511, 1893.

Welche Formen der Parasiten der Schizogonie und welche der Sporogonie angehören, ist mit Sicherheit nicht zu entscheiden. Teilungsformen wie bei den Malariaparasiten, bei denen je nach der Art des Parasiten 8—24 junge Parasiten aus einem Schizonten hervorgehen, haben wir bei dem Parasiten der Rinderhämoglobinurie vermisst. Weder im zirkulierenden Blut noch in den inneren Organen finden sich Gebilde, welche mit den Teilungsformen der Malariaparasiten übereinstimmen. Es ist uns wahrscheinlich, dass bei unseren Parasiten der Verlauf der Teilung ein viel schnellerer ist. Daher kommt es nicht zum Zerfall des Kernes in zahlreiche Teile, sondern derselbe spaltet sich meist nur in 2, 3 oder 4 Teile und eine Trennung der Teilstücke erfolgt alsbald.

Im Höhestadium der Erkrankung finden sich alle die geschilderten Formen in reichlicher Zahl nebeneinander im Blut. Wir konnten nicht beobachten, dass zu verschiedenen Zeiten der Krankheit die eine oder andere Form an Zahl die übrigen überwogen hätte. Namentlich die Doppelformen finden sich stets, sobald und solange Parasiten überhaupt nachweisbar sind. Letztere Tatsache spricht in gewisser Weise gegen die Auffassung der Doppelformen als Gameten (Doflein)[1], da die Formen der Sporogonie bei den Sporozöen gewöhnlich erst gebildet werden, nachdem eine Reihe von Generationen der Schizogonie vorhergegangen ist.

Wie aus dem soeben Gesagten hervorgeht, stimmen die Parasiten der bei uns einheimischen Hämoglobinurie in ihrer Form mit denjenigen der in anderen nordeuropäischen Ländern gefundenen Erreger gut überein. Die Beschreibung, welche Krogius und von Hellens[2]) sowie Kossel und Weber[3]) von den Parasiten der finnländischen Hämoglobinurie geben, lassen sich ohne weiteres auf die Erreger unserer einheimischen Hämoglobinurie übertragen. Die Abbildungen, welche die letztgenannten beiden Forscher ihrem Bericht über die Hämoglobinurie im 17. Band der vorliegenden Arbeiten beigegeben haben, mögen daher mit der vorstehenden Beschreibung verglichen werden. Es ist ohne weiteres verständlich, dass die Zecke, welche sowohl in Finnland als auch, wie wir später sehen werden, in Deutschland die Krankheit verbreitet, identische Parasiten beherbergt. Dagegen ist die Frage aufzuwerfen, ob der Rhipicephalus einen den eben geschilderten durchaus gleichen oder einen von diesem verschiedenen Parasiten auf die Rinder überträgt.

Wenn wir die Beschreibungen der in Ländern, wo der Rhipicephalus heimisch ist, bei der Hämoglobinurie der Rinder gefundenen Parasiten mit derjenigen unserer einheimischen vergleichen, so finden wir unbestreitbar weitgehende Übereinstimmung, aber auch wieder Abweichungen. Uns will es scheinen, als ob z. B. die von Smith und Kilborne[4]) sowie von Lignières abgebildeten Doppelformen der Parasiten des Texasfiebers in Nord- und Südamerika grösser im Verhältnis zu dem befallenen Blutkörperchen seien, als die unsrigen. Namentlich tritt dies hervor auf den Mikro-

[1]) Die Protozoen als Parasiten und Krankheitserreger. G. Fischer, Jena 1901.
[2]) l. c.
[3]) . c.
[4]) l. c.

photogrammen der Tafel 8 des 1900 bei John Peuser in Buenos Aires erschienenen Buches von Lignières „La Tristeza ou Malaria bovine dans la République Argentine".

In anderer Beziehung weichen die von R. Koch[1]) in Ostafrika gefundenen Texasfieberparasiten von den Erregern der nordeuropäischen Hämoglobinurie ab. Koch beschrieb als Jugendformen dieser Protozöen stäbchenartige Gebilde, welche oft zu vieren auf einem Blutkörperchen sitzend in ungeheurer Menge in frischen Krankheitsfällen vorhanden waren und an Zahl die Doppelformen weit übertrafen. Kossel und Weber haben bereits das Fehlen derartiger Bilder bei der finnischen Krankheit betont. In Blutpräparaten, welche von ostafrikanischen hämoglobinuriekranken Rindern stammen, und welche das Gesundheitsamt Herrn Geheimrat Koch verdankt, schienen uns ebenfalls die Doppelformen sowohl als die einzelnen birnförmigen Parasiten grösser im Verhältnis zum Blutkörperchen als unser einheimisches Pyrosoma bigeminum. Es ist jedoch schwer, sich ein sicheres Urteil über derartige morphologische Unterschiede zu verschaffen, wenn man nicht selbst Gelegenheit hat, die Krankheit an verschiedenen Stellen mit denselben Methoden zu untersuchen.

Auch in der Literatur finden sich Angaben, aus welchen geschlossen werden könnte, dass es mehrere Arten von Hämoglobinurieparasiten gibt. So gibt Sajó[2]) an, dass Texasvieh, welches in Texas selbst nicht erkrankt, weil es einen hohen Grad von Immunität gegen die dort einheimischen Parasiten schon im jugendlichen Alter erworben hat, von Zecken aus den Staaten Louisiana oder Mississippi infiziert werden kann. Ferner teilt Lignières[3]) mit, dass die Parasiten, welche in Frankreich bei der Rinderhämoglobinurie vorkommen, in ihrer Form gewisse Abweichungen von den südamerikanischen Pyrosomen erkennen lassen, und dass die gegen in Frankreich einheimische Parasiten künstlich immunisierten Tiere den argentinischen Pyrosomen gegenüber keine Immunität zeigen.

Es ist zu hoffen, dass weitere vergleichende Untersuchungen Klarheit darüber schaffen werden, ob es mehrere Arten des Pyrosoma bigeminum gibt.

IV. Übertragung der Hämoglobinurie mit Hilfe des Blutes kranker Rinder.

Nachdem ermittelt worden war, dass die Hämoglobinurie der Rinder in Deutschland eine Infektionskrankheit ist, deren Erreger im Blute nachgewiesen werden kann, wurde versucht, sie mit Hilfe des Blutes kranker Tiere auf gesunde zu übertragen. Zu diesem Zwecke wurden die an der Hämoglobinurie erkrankten Rinder mit der Hohlnadel an der vena jugularis zur Ader gelassen. Das Blut wurde in sterilen Fläschchen aufgefangen, in denen sich Glasperlen befanden. Durch kräftiges etwa 10 Minuten langes Schütteln der Fläschchen wurde das Blut von seinem Faserstoff befreit. Das auf diese Weise defibrinierte Blut wurde als Impfmaterial verwandt. Meist wurde das Blut sofort nach dem Defibrinieren überimpft. Die Menge des eingespritzten Blutes schwankte zwischen 5 und 40 ccm. Das defibrinierte Blut wurde

[1]) l. c.

[2]) Neuere Daten über das Texasfieber. Prometheus 1901. S. 35, 49.

[3]) Nouvelle contribution à l'étude de la Tristeza. Recueil de méd. vet. 1901.

gesunden Rindern in die Venen, in die Bauchhöhle[1]) und unter die Haut gespritzt. In folgenden Tabellen (S. 24—28) ist das Resultat der Impfversuche zusammengestellt.

Bei der Impfung in die Blutbahn konnten die ersten Parasiten am 2. bis 5. Tage, bei der Impfung in die Bauchhöhle am 2. bis 9. Tage, bei der Impfung unter die Haut am 4. bis 7. Tage nach der Impfung im kreisenden Blute nachgewiesen werden. Mit dem Erscheinen der Parasiten im Blute ging in vielen Fällen die Steigerung der Temperatur Hand in Hand, in andern trat das Fieber 1 oder 2 Tage vor dem Erscheinen der Parasiten auf; bei Kuh 4 dagegen konnten die Parasiten bereits 1 Tag vor dem Temperaturanstieg im mikroskopischen Präparat nachgewiesen werden. Nachweisbar blieben die Parasiten bei der intravenösen Impfung 2—6 Tage, bei der intraperitonealen 3—9 Tage, bei der subkutanen 1—8 Tage.

Im folgenden (S. 23) sind als Beispiele des nach den verschiedenen Impfarten auftretenden Krankheitsprozesses die Kurven der Tiere Nr. 4, 27 und 35 beigefügt.

Bei der Impfung in die Blutbahn traten im allgemeinen leichtere Krankheitserscheinungen auf als bei den beiden andern Impfmethoden. Von 15 intravenös geimpften Tieren erkrankten die meisten nur leicht. Nur ein einziges Mal konnte Hämoglobin im Urin spektroskopisch nachgewiesen werden. Keines der Tiere erlag der Krankheit.

Von 17 intraperitoneal geimpften Tieren erkrankten 10 schwer mit Hämoglobinurie, die bis zu 5 Tagen anhielt. Ein Tier (Nr. 29) starb am 11. Tage nach der Impfung.

Von 4 subkutan geimpften Tieren erkrankte eines sehr schwer mit Hämoglobinurie, die 7 Tage dauerte; es erholte sich jedoch wieder von der Krankheit.

Die intravenöse Impfung wurde, da sie weniger sichere Resultate ergab, bei den weiteren Versuchen nicht mehr angewandt. Die intraperitoneale und subkutane Impfung sind, wie besonders auch aus den Versuchen in Abschnitt 5 und 6 hervorgeht, gleich brauchbar und wirksam.

Die Menge des überimpften Blutes hatte auf die Schwere des Krankheitsverlaufes keinen Einfluss.

Einige der geimpften Rinder zeigten überhaupt keine Krankheitserscheinungen. Es ist anzunehmen, dass es sich dabei um Tiere handelte, die schon früher die Krankheit überstanden hatten und dadurch immun geworden sind. Da es bei dem Ankaufe der Rinder durch Vermittelung von Händlern nicht immer möglich ist, etwas Sicheres über die Herkunft der Tiere zu erfahren, so ist es nicht ausgeschlossen, dass sich ab und zu immune Tiere unter den Versuchsrindern befinden.

---

[1]) Die Einspritzung in die Bauchhöhle wird am stehenden Tiere vorgenommen; als Impfstelle eignet sich besonders die rechte Hungergrube dicht unter den Querfortsätzen der Lendenwirbel. Die Haare werden an dieser Stelle abgeschoren, die Haut wird mit absolutem Alkohol gereinigt, die Impfnadel der Spritze mit einem kurzen und kräftigen Stosse durch die Bauchdecke in die Bauchhöhle geführt, und dann der Inhalt der Spritze in die letztere entleert. Die Einspritzung gelingt ohne Schwierigkeiten; die Rinder verhalten sich bei derselben meist vollkommen ruhig.

Impfung mit 20 ccm in die Halsvene.

Juli 1900

8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22.

Temperatur

42,0 — 41,0 — 40,0 — 39,0 — 38,0 — 37,0

Impfung

Haemoglobin spectroskopisch nachgewiesen

Parasiten: +P +P +P +P +P +P

Impfung mit 20 ccm Blut in die Bauchhöhle.

Oktober 1901

8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30.

Temperatur

42,0 — 41,0 — 40,0 — 39,0 — 38,0 — 37,0

Impfung

Parasiten im Blut

vereinzelt — wenig — viel — viel — viel — wenig — vereinzelt

Bluthamen — Bluthamen — Bluthamen — Bluthamen

+P +P +P +P +P +P +P -P -P -P

Impfung mit 10 ccm Blut unter die Haut.

Februar 1901 — März

24. 25. 26. 27. 28. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18.

Temperatur

42,0 — 41,0 — 40,0 — 39,0 — 38,0 — 37,0

Impfung

Parasiten im Blut

ziemlich zahlreich — sehr zahlreich Parasiten — sehr zahlreich — im Abnehmen begriffen — in mäßiger Anzahl — in geringer Anzahl

Bluthamen — Bluthamen — Bluthamen — Bluthamen — Bluthamen — Bluthamen — Bluthamen

+P +P +P +P +P +P +P +P +P

ziemlich zahlreich getüpfelte Blutkörperchen

I. Intravenöse Impfung.

Laufende No.	Herkunft des zur Impfung verwandten Blutes	Menge des verimpften Blutes	Erste Temperatursteigerung (nach der Impfung)	Erscheinen der Parasiten im Blute (nach der Impfung)	Dauer des Fiebers	Dauer der mikroskopischen Nachweisbarkeit der Parasiten im Blute	Menge der Parasiten im Blute	Krankheitsverlauf	Ausgang der Krankheit
1. (Kalb)	Spontan erkranktes Tier aus Marwitz	7 ccm Blut (stand eine Nacht im Eisschrank)	1. Tag	3. Tag	4 Tage	3 Tage	spärlich	leicht	Heilung
2. (Kalb)	Blut derselben Herkunft	10 ccm Blut (stand eine Nacht im Eisschrank)	1. Tag	3. Tag	3 Tage	2 Tage	spärlich	leicht	Heilung
3. (Kalb)	Blut derselben Herkunft	20 ccm Blut (eine Nacht im Eisschrank)	1. Tag	2. Tag	4 Tage	3 Tage	spärlich	leicht	Heilung
4. (Kuh)	Spontan erkranktes Tier aus Marwitz	20 ccm Blut (stand eine Nacht im Eisschrank)	3. Tag	2. Tag	2 Tage	4 Tage	in mässiger Anzahl	mittelschwer; am 4. Tag konnte spektroskopisch Hämoglobin im Urin nachgewiesen werden	Heilung
5. (Kuh)	Blut derselben Herkunft	25 ccm Blut (stand 2 Tage im Eisschrank)	4. Tag	4. Tag	4 Tage	3 Tage	spärlich	leicht	Heilung
6. (Bulle)	Spontan erkranktes Tier aus Brügge	7 ccm Blut (stand eine Nacht bei Zimmertemperatur)	3. Tag	3. Tag	3 Tage	3 Tage	spärlich	leicht	Heilung
7. (Kuh)	Blut derselben Herkunft	40 ccm	3. Tag	3. Tag	1 Tag	2 Tage	spärlich	leicht	Heilung
8 (Kuh)	Spontan erkranktes Tier, Gut Seehof bei Krojanke	1 ccm Blut (stand 1 Nacht bei Zimmertemperatur)	—	—	—	—	—	keine Erkrankung	—
9. (Kuh)	Blut derselben Herkunft	20 ccm	—	—	—	—	—	keine Erkrankung	—
10. (Kuh)	Spontan erkranktes Tier aus Raygrod	10 ccm (1 Nacht im Eisschrank aufbewahrt)	5. Tag	5. Tag	5 Tage	6 Tage	ziemlich zahlreich	mittelschwer	Heilung
11. (Kalb)	Blut derselben Herkunft	8 ccm	5. Tag	5. Tag	5 Tage	6 Tage	ziemlich zahlreich	mittelschwer	Heilung
12. (Kalb)	Blut derselben Herkunft	8 ccm	5. Tag	5. Tag	4 Tage	6 Tage	mässig zahlreich	leicht	Heilung

Laufende No.	Herkunft des zur Impfung verwandten Blutes	Menge des verimpften Blutes	Erste Temperatursteigerung	Erscheinen der Parasiten im Blute	Dauer des Fiebers	Dauer der mikroskopischen Nachweisbarkeit der Parasiten im Blute	Menge der Parasiten im Blute	Krankheitsverlauf	Ausgang der Krankheit
			nach der Impfung						
13. (Kuh)	Blut am 2. Krankheitstage der Kuh No. 10 entnommen	10 ccm (sofortige Überimpfung des defibrinierten Blutes)	3. Tag	4. Tag	4 Tage	4 Tage	in geringer Anzahl	leicht	Heilung
14. (Bulle)	Blut am 4. Krankheitstage der Kuh No. 13 entnommen	5 ccm	4. Tag	4. Tag	3 Tage	3 Tage	spärlich	leicht	Heilung
15. (Kalb)	Blut am 2. Krankheitstage der Kuh No. 11 entnommen	8 ccm	2. Tag	3. Tag	4 Tage	3 Tage	spärlich	leicht	Heilung

II. Intraperitoneale Impfung.

16. (Kalb)	Blut am 2. Krankheitstage der Kuh No. 11 entnommen	8 ccm	1. Tag	3. Tag	6 Tage	5 Tage	sehr zahlreich	schwer; Hämoglobinurie	Heilung
17. (Kuh)	Blut am 3. Krankheitstage der Kuh No. 16 entnommen	8 ccm	3 Tag	3. Tag	5 Tage	5 Tage	sehr zahlreich	schwer; Hämoglobinurie	Heilung
18. (Kuh)	Blut am 2. Krankheitstage der Kuh No. 17 entnommen	8 ccm	3. Tag	4. Tag	4 Tage	3 Tage	ziemlich zahlreich	mittelschwer; keine Hämoglobinurie	das Tier wurde geschlachtet
19. (Kuh)	Blut am 4. Krankheitstage der Kuh No. 18 entnommen	8 ccm	3. Tag	4. Tag	3 Tage	5 Tage	ziemlich zahlreich	schwer, aber keine Hämoglobinurie	das Tier stirbt, es findet sich weit vorgeschrittene Tuberkulose

Laufende No.	Herkunft des zur Impfung verwandten Blutes	Menge des verimpften Blutes	Erste Temperatursteigerung (nach der Impfung)	Erscheinen der Parasiten im Blute (nach der Impfung)	Dauer des Fiebers	Dauer der mikroskopischen Nachweisbarkeit der Parasiten im Blute	Menge der Parasiten im Blute	Krankheitsverlauf	Ausgang der Krankheit
20. (Kuh)	Blut am 4. Krankheitstage der Kuh No. 19 entnommen	10 ccm	5. Tag	5. Tag	3 Tage	3 Tage	zahlreich	ziemlich schwer; Hämoglobinurie	wird zu andern Zwecken geschlachtet
21. (Kuh)	Blut am 3. Krankheitstage der Kuh No. 20 entnommen	20 ccm	1. Tag	2. Tag	5 Tage	4 Tage	spärlich	leicht	Heilung
22. (Kuh)	Blut am 3. Krankheitstage der Kuh No. 21 entnommen	20 ccm	2. Tag	2. Tag	4 Tage	4 Tage	sehr zahlreich	schwer; Hämoglobinurie	wird getötet
23. (Kuh)	Blut am 3. Krankheitstage der Kuh No. 22 entnommen	20 ccm	2. Tag	2. Tag	4 Tage	4 Tage	spärlich	leicht	Heilung
24. (Kuh)	Blut am 4. Krankheitstage der Kuh No. 23 entnommen	20 ccm	3. Tag	4. Tag	9 Tage	9 Tage	sehr zahlreich	schwer; 3 Tage lang Hämoglobinurie	Heilung
25. (Kuh)	Blut am 3. Krankheitstage der Kuh No. 24 entnommen	20 ccm	4. Tag	4. Tag	2 Tage	4 Tage	vereinzelt	leicht	Heilung
26. (Kuh)	Blut am 4. Krankheitstage der Kuh No. 25 entnommen	20 ccm	2. Tag	4. Tag	10 Tage	6 Tage	in geringer Anzahl	ziemlich leicht	Heilung
27. (Kuh)	Blut am 6. Krankheitstage der Kuh No. 26 entnommen	20 ccm	3. Tag	3. Tag	10 Tage	7 Tage	zahlreich	schwer; 4 Tage Hämoglobinurie	Heilung

Laufende No.	Herkunft des zur Impfung verwandten Blutes	Menge des verimpften Blutes	Erste Temperatursteigerung nach der Impfung	Erscheinen der Parasiten im Blute nach der Impfung	Dauer des Fiebers	Dauer der mikroskopischen Nachweisbarkeit der Parasiten im Blute	Menge der Parasiten im Blute	Krankheitsverlauf	Ausgang der Krankheit
28. (Kuh)	Blut am 6. Krankheitstage der Kuh No. 27 entnommen	20 ccm	—	—	—	—	—	keine Erkrankung	—
29. (Kuh)	Dasselbe Blut 8 Tage im Eisschrank aufbewahrt	20 ccm	5. Tag	5. Tag	6 Tage	7 Tage	sehr zahlreich	sehr schwer; 5 Tage Hämoglobinurie	starb am 11. Tage nach der Impfung
30. (Kuh)	Blut am 4. Krankheitstage der Kuh No. 29 entnommen	20 ccm	9. Tag	9. Tag	3 Tage	3 Tage	spärlich	leicht	Heilung
31. (Kuh)	Blut am 3. Krankheitstage der Kuh No. 30 entnommen	20 ccm	6. Tag	7. Tag	8 Tage	7 Tage	sehr zahlreich	schwer; 2 Tage Hämoglobinurie	Heilung
32. (Kuh)	Blut am 2. Krankheitstage der Kuh No. 31 entnommen	20 ccm	3. Tag	3. Tag	—	—	sehr zahlreich	schwer; Hämoglobinurie	am 4. Krankheitstage wird die Kuh schwerkrank getötet
	III. Subkutane Impfung								
33. (Bulle)	Blut am 4. Krankheitstage der Kuh No. 13 entnommen	7 ccm	3. Tag	6. Tag	5 Tage	2 Tage	vereinzelt	leicht	Heilung
34. (Kuh)	Blut am 4. Krankheitstage dem Kalb No. 16 entnommen	16 ccm	4. Tag	5. Tag	5 Tage	5 Tage	in geringer Anzahl	leicht	Heilung

Laufende No.	Herkunft des zur Impfung verwandten Blutes	Menge des verimpften Blutes	Erste Temperatursteigerung	Erscheinen der Parasiten im Blute	Dauer des Fiebers	Dauer der mikroskopischen Nachweisbarkeit der Parasiten im Blute	Menge der Parasiten im Blute	Krankheitsverlauf	Ausgang der Krankheit
			nach der Impfung						
35. (Kuh)	Blut am 3. Krankheitstage einer künstlich infizierten Kuh entnommen	10 ccm	7. Tag	7. Tag	7 Tage	8 Tage	sehr zahlreich	sehr schwer; 7 Tage Hämoglobinurie	Heilung
36. (Kuh)	Blut am 3. Krankheitstage der Kuh No. 35 entnommen	10 ccm	4. Tag	4. Tag	2 Tage	1 Tag	vereinzelt	leicht	Heilung

Die intraperitoneal geimpften Tiere (Nr. 16 bis 32) stellen eine Passagenreihe dar. Eine Steigerung der Virulenz konnte, trotzdem das Virus 18 mal durch den Tierkörper geschickt wurde, nicht beobachtet werden.

Im Vergleich zu der immerhin ziemlich hohen Sterblichkeit bei natürlicher Infektion kam es bei den durch Impfung infizierten Tieren nur ausnahmsweise zu einem tödlichen Ausgang. Dieser erfolgte entweder auf dem Höhepunkt der Krankheit (Kuh 29) infolge der Überschwemmung des ganzen Körpers mit Parasiten und des dadurch hervorgerufenen Unterganges der roten Blutkörperchen, oder erst nach Überstehen der Krankheit infolge der durch diese hervorgerufenen Blutarmut. Letzteres war der Fall bei einer Kuh, die mit 10 ccm defibrinierten Blutes intraperitoneal geimpft war, das 8 Tage im Eisschrank aufbewahrt war (vgl. Abschnitt 6). Nähere Auskunft geben die beiden folgenden Temperaturkurven (S. 29).

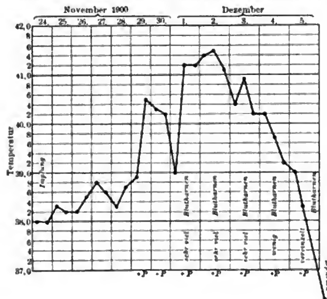
V. Verhalten der Parasiten im Tierkörper nach überstandener Krankheit.

Die Frage, wie lange sich die Parasiten der Hämoglobinurie nach abgelaufener Krankheit im Tierkörper lebensfähig und ansteckungstüchtig erhalten, hat sowohl theoretische als praktische Bedeutung.

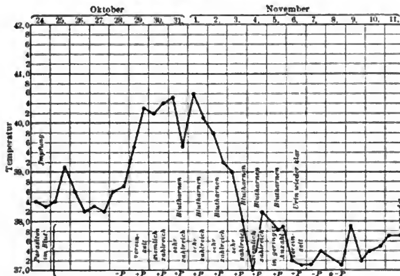
Theoretisch ist die Feststellung ihrer Haltbarkeit von Interesse, weil wir von den am besten gekannten, zu den Protozöen gehörenden Blutschmarotzern, den Malariaparasiten des Menschen, wissen, dass sie nach überstandenem Malariaanfall monatelang im Körper vorhanden sind und zu Rückfällen Veranlassung geben können. Nach Schaudinn[1]) sind es die weiblichen Gameten, welche, vermutlich in den inneren Organen, namentlich in der Milz und im Knochenmark lagernd, trotz Chininbehandlung ihre Lebensfähigkeit bewahren und durch Umbildung zu Schizonten von neuem Anfälle von Fieber auszulösen imstande sind.

[1]) Diese Arbeiten Bd. 19, S. 235.

Impfung in die Bauchhöhle mit 20 ccm defibrinierten parasitenhaltigen Blutes, das 8 Tage bei 8° aufbewahrt war. Tod auf der Höhe der Krankheit.



Impfung in die Bauchhöhle mit 10 ccm defibrinierten parasitenhaltigen Blutes, das 8 Tage bei 8° aufbewahrt war. Tod nach Ablauf der akuten Erscheinungen.



Praktisch ist das Zurückbleiben lebender Parasiten bedeutungsvoll, weil dadurch die Möglichkeit gegeben ist, dass sie im Tierkörper überwintern. Bleiben die Parasiten in der Tat monatelang im Körper des Rindes lebensfähig, so wäre denkbar, dass Tiere, welche sich in einem Jahr infiziert haben, bei dem Weidegang im nächsten Sommer noch Ansteckungsstoff für die Zecken liefern. Dadurch wäre nicht nur Gelegenheit gegeben, dass die Zecken derselben Weide stets von neuem mit Ansteckungsstoff versorgt werden, sondern derselbe könnte im Körper solcher Rinder auch nach anderen Gegenden verschleppt und dort auf Zecken übertragen werden.

Von den Parasiten des amerikanischen Texasfiebers ist bereits durch Smith und Kilborne festgestellt, dass sie mindestens 74 Tage im Körper des einmal von ihnen befallenen Rindes lebend und ansteckungsfähig bleiben. Nach Schroeder[1]) soll diese Frist sogar mehrere Jahre betragen.

Unser einheimisches Pyrosoma bigeminum scheint sich in dieser Beziehung ähnlich zu verhalten, wie sich aus folgenden Versuchen ergibt.

Wir gingen zunächst in der Weise vor, dass wir von künstlich durch Einspritzung parasitenhaltigen Blutes infizierten Tieren nach verschiedenen Zeiträumen Blut entzogen, und davon nach Entfernung des Faserstoffs durch Schütteln mit Glasperlen etwa 30 ccm gesunden Kühen in die Bauchhöhle oder unter die Haut spritzten.

Das Ergebnis war folgendes. Blut, welches völlig wiederhergestellten Tieren 50 Tage, nachdem die Parasiten zum letzten Mal durch mikroskopische Untersuchung nachweisbar gewesen waren, entzogen wurde, war noch imstande, andere Kühe zu infizieren. Allerdings erfolgt, die Erkrankung nicht so prompt, wie nach Einspritzung von Blut, das von Tieren im Höhestadium der Krankheit stammte. Während im letzteren Fall das Inkubationsstadium oft nur 2 Tage (s. o.) dauerte, traten nach Einspritzung von Blut, das mehrere Wochen nach Ablauf der Krankheit entzogen war, die ersten Parasiten erst nach 8 bis 14 Tagen im Blut der Versuchstiere auf. Ferner war das Erscheinen der Parasiten im Blut oft nur von geringen Fiebererscheinungen begleitet oder eine Temperaturerhöhung blieb ganz aus, und allein der mikroskopische Nachweis der Parasiten im Blute der Versuchstiere lieferte den Beweis, dass die Infektion tatsächlich gelungen war.

Da die Möglichkeit vorlag, dass bei der natürlichen Infektion durch Zecken die Parasiten der Einwirkung der Abwehrkräfte des Organismus noch länger Widerstand leisten würden, so nahmen wir später zu den Versuchen Blut einer Kuh, auf welche die Krankheit in unserem Versuchsstall Ende Juli 1901 durch Zeckenlarven übertragen war, und welche den Stall seither nicht mehr verlassen hatte.

Dieser Kuh (Larvenversuche 1. Seite 51) wurde Blut entzogen 65, 100, 389 und 531 Tage, nachdem die letzten Parasiten mikroskopisch nachweisbar gewesen waren. Das vom Faserstoff befreite Blut wurde dann sofort gesunden Tieren eingespritzt.

Die Einspritzung von 30 ccm des nach 65 Tagen entzogenen Blutes in die Bauchhöhle eines Rindes rief bei diesem eine 4 tägige fieberhafte Erkrankung hervor, die am 7. Tage nach der Einspritzung einsetzte und mit Hämoglobinurie sowie Auftreten von Parasiten im Blut verlief. Das Tier genas.

Auf die Einspritzung von 50 ccm des nach 100 Tagen entzogenen Blutes in die Bauchhöhle erfolgte bei einer gesunden Kuh eine Temperatursteigerung, welche am 9. Tage begann und 3 Tage anhielt. Während dieser Zeit waren Parasiten im Blut nachweisbar, Hämoglobinurie fehlte jedoch.

389 Tage nach dem oben genannten Zeitpunkt entzogenes Blut wurde einer Kuh in der Menge von 5 ccm, einer anderen in der Menge von 50 ccm in die Bauchhöhle gespritzt. Bei beiden trat eine deutliche Temperatursteigerung nicht ein, aber es

[1]) Inoculation to produce immunity from Texas fever. XV annual report of the bureau of animal industry for 1898.

fanden sich bei dem erstgenannten Tier am 13. und 14. Tage, bei dem anderen am 10. und 11. Tage darauf vereinzelte Parasiten bei mikroskopischer Untersuchung des Ohrvenenblutes. An demselben Tage wurde ferner 2 gesunden Kühen dasselbe Blut in der Menge von 5 ccm unter die Haut gespritzt. Die eine derselben zeigte am 10. und 11. Tage darauf Temperatursteigerungen bis zu 39,9° und wenig Parasiten im Ohrvenenblut; bei der anderen trat kein Fieber auf, aber am 11. Tage liessen sich ebenfalls Parasiten in geringer Anzahl im Ohrvenenblut mikroskopisch nachweisen.

Das nach 531 Tagen entzogene Blut wurde einer Kuh in einer Menge von 10 ccm unter die Haut gespritzt. 9 Tage nach der Impfung trat Fieber auf, das 4 Tage anhielt und am 4. Tage eine Höhe von 40,7° erreichte. Parasiten liessen sich 8 Tage lang ziemlich zahlreich im Blute nachweisen. Hämoglobinurie wurde nicht beobachtet.

Demnach war bei sämtlichen Tieren eine Infektion erfolgt. Die Menge des eingespritzten Blutes und die Art der Einspritzung (intraperitoneal oder subkutan) übte einen wesentlichen Einfluss auf die Schwere der Erkrankung nicht aus.

Somit liegt die Möglichkeit vor, dass die Parasiten im Körper von Tieren, welche an Hämoglobinurie gelitten haben, von der Weidezeit des einen Jahres bis zu derjenigen des nächsten Jahres erhalten bleiben. Unsere Erfahrungen reichen nicht aus, um sagen zu können, ob eine so lange Haltbarkeit die Regel oder eine Ausnahme ist. Immerhin muss man aber mit der Möglichkeit einer Verschleppung durch solche Tiere rechnen.

Dass bestimmte Weiden zu Herden der Krankheit werden, ist jedoch nicht allein darauf zurückzuführen, dass Tiere, welche in einem Jahr Hämoglobinurie gehabt haben, die Zecken im nächsten Jahr von neuem mit Ansteckungsstoff versorgen. Wie wir später sehen werden, können die Parasiten nicht nur im Körper des Rindes überwintern, sondern auch während desjenigen Entwicklungsabschnittes, den sie in den Zecken durchmachen, den klimatischen Einflüssen des Winterklimas widerstehen. Der Umstand, dass empfängliche Tiere sich auf verseuchten Weiden oft schon bei dem ersten Weidegange infizieren, spricht dafür, dass diejenigen Parasiten, welche in den Eiern oder Larven der Zecken überwintert haben, das wichtigste Verbindungsglied zwischen den Erkrankungen des einen Jahres und denjenigen des nächsten bilden. Daher ist auch keine Aussicht vorhanden, dass es gelingt, allein durch Ausschluss erkrankt gewesener Tiere vom Weidegang die Quelle der Ansteckung für die Zecken alsbald zu verstopfen und damit die Krankheit in kurzer Zeit auszurotten.

VI. Verhalten der Parasiten ausserhalb des Tierkörpers.

A. Lebensdauer der Parasiten im defibrinierten Blute.

Im Jahre 1900 berichtete Lignières[1]), dass es ihm gelungen sei, die Parasiten des Texasfiebers ausserhalb des tierischen Körpers zu züchten. Allerdings liessen ihn

[1]) XIII. congr. internat. de méd. Comptes rendus de la section de bactériolog. et parasitol. Paris 1900. S. 108.

die gewöhnlichen Nährböden im Stiche; auch bei Züchtung in Kollodiumsäckchen, ferner im Blut oder in Organen, die sehr reich an Parasiten waren, konnte er eine Vermehrung nicht bemerken. Dagegen glaubte er eine Bildung der von ihm beschriebenen „Sporen" im Blut beobachten zu können, das sehr reich an Parasiten war, und versuchte nunmehr das hämoglobinhaltige Serum kranker Tiere als Nährboden. Er beimpfte solche Serumröhrchen mit etwa einem Viertel Kubikzentimeter von parasitenhaltigem Blut und beobachtete das Auftreten zunächst von mehreren „Sporen" im Innern des Parasitenleibes, die dann nach Durchbrechung seiner Hülle ausserhalb weiter wachsen sollten. Bei weiterer Übertragung auf neue Serumröhrchen nahm jedoch die Zahl stetig ab, sodass die fünfte Kultur bereits „très maigre" war. Er unterscheidet aktive und passive Sporen. Die ersteren gehen aus Parasiten hervor, welche noch nicht die runde Form angenommen haben, und sind bestimmt, die roten Blutkörperchen zu infizieren, während die zweiten, die passiven Sporen, eine Art Dauerform für die Erhaltung der Parasiten ausserhalb des Organismus darstellen und besonders auch in den Zecken vorkommen sollen. Die passiven Sporen sind nicht imstande, bei subkutaner oder intravenöser Injektion die Tiere zu infizieren.

Musste schon an sich die Mitteilung Befremden erregen, dass den Protozöen angehörende Lebewesen, welche auf den lebenden roten Blutkörperchen schmarotzen, auf totem Nährmaterial in Reinkultur von einer Generation zur andern sich züchten lassen, so konnten die Abbildungen, welche Lignières von den Kulturpräparaten gab, zur Unterstützung seiner Angaben vollends nicht herangezogen werden. Immerhin blieb es bemerkenswert, dass es Lignières, wie er auf dem XIII. internationalen medizinischen Kongress zu Paris mitteilte, gelungen war, mit Hilfe solcher Kulturen die Parasiten in lebendem Zustande von Argentinien nach Frankreich zu bringen und hier Tiere erfolgreich damit zu infizieren. Man hatte bisher bei den zur Gruppe der Protozöen gehörenden Blutparasiten eine derartige lange Lebensdauer ausserhalb des Tierkörpers noch niemals beobachtet.

Allerdings berichteten später, als unsere Versuche hierüber bereits beendet waren, Laveran und Mesnil[1]), dass es gelingt, die Trypanosomen der Ratte längere Zeit im Eisschrank lebend und infektionstüchtig zu erhalten, und teilten bei dieser Gelegenheit mit, dass Lignières die Kulturröhrchen mit den Parasiten der Hämoglobinurie auf der Reise von Argentinien bei niederer Temperatur d. h. im Kühlraum des Schiffes aufbewahrt habe. Ferner zeigten Nocard und Motas[2]), dass der Erreger der „Piroplasmose canine" ebenfalls bei niederer Temperatur mehrere Wochen lebensfähig bleibt. Es war also immerhin möglich, dass es sich bei den Beobachtungen Lignières's um eine Konservierung, nicht aber um eine Züchtung handelte.

Bei dem Interesse, welches die Angaben Lignières's erregt hatten, war es selbstverständlich, dass auch wir sofort in eine Nachprüfung derselben eintraten. Nach seiner Methode angelegte Kulturen in hämoglobinhaltigem Serum lieferten uns jedoch keine Ergebnisse, wenigstens nicht bezüglich einer Vermehrung der Parasiten. Die eingesäten Krankheitserreger der Rinderhämoglobinurie waren zwar in dem Boden-

[1]) Comptes rendus des séances et mémoires de la société de biologie Paris 1900, S. 826.

[2]) Annales de l'Institut Pasteur 1902, S. 274.

satz, welcher sich in den Röhrchen bildete, eine Zeit lang nachzuweisen, auch in der Form, welche von Lignières beschrieben wurde. Wir können jedoch seine Ansicht nicht teilen, dass es sich hierbei um Bildung von Sporen in dem von ihm gedeuteten Sinne handelt, sondern glauben annehmen zu müssen, dass es sich lediglich um morphologische Veränderungen handelt, welche eine Folge des Verlassens des Tierkörpers sind, und die früher oder später zu dem völligen Zerfall der Parasiten führen. Man sieht, wenn man Präparate von dem Bodensatz solcher mit infiziertem Blut geimpften Röhrchen anfertigt, in den ersten Tagen die Parasiten sämtlich die runde Form annehmen. Allmählich beginnt das Plasma zu schwinden und das Chromatin, welches der ungünstigen Einwirkung des hämoglobinhaltigen Serums am längsten zu widerstehen scheint, nimmt an Masse im Verhältnis zum Plasma zu. Schliesslich fängt auch das Chromatin an in mehrere Teile zu zerfallen, sodass Bilder entstehen, welche der Lignières'schen Beschreibung entsprechen.

Handelte es sich nun tatsächlich nicht um eine Kultur, sondern lediglich um Konservierung, so war es wahrscheinlich, dass das Blut auch ohne die Lignières'sche Methode infektionstüchtig erhalten werden konnte, und zwar musste dann eine niedere Temperatur die günstigeren Bedingungen bieten.

Wir gingen zunächst so vor, dass wir steril entnommenes, defibriniertes Blut von schwer infizierten Tieren bei 37°, also einer günstigen Züchtungstemperatur, und bei 8° (im Eisschrank) aufbewahrten und von Zeit zu Zeit mikroskopisch beobachteten, sowie auf seine Ansteckungsfähigkeit durch intraperitoneale und subkutane Verimpfung bei Kühen prüften. Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigte es sich, dass auch bei niederer Temperatur allmählich die oben beschriebene Umwandlung der Parasiten vor sich geht. Nur verläuft der ganze Vorgang viel langsamer und die Endstadien blieben noch nach langer Zeit (60 Tage) unverändert nachweisbar. Die Ergebnisse der Verimpfung waren folgende:

Defibriniertes, an Parasiten reiches Blut, aufbewahrt bei etwa 8° Celsius.

Verimpft nach:	Art der Impfung	Ergebnis	Bemerkungen (Blutbefund der geimpften Tiere etc.)
8 Tagen	10 ccm intraperitoneal	erkrankt nach 4 Tagen	Parasiten vom 5. bis 13. Tag nach der Impfung nachweisbar. Hämoglobinurie vom 7. bis 12. Tag nach der Impfung. † am 18. Tag nach der Impfung. Vgl. S. 29.
8 Tagen	20 ccm intraperitoneal	erkrankt nach 6 Tagen	Parasiten vom 7. Tag an nachgewiesen. Vom 8. bis 11. Tag Hämoglobinurie.
17 Tagen	10 ccm intraperitoneal	erkrankt nach 8 Tagen	Parasiten vom 8. Tag an nachgewiesen. Vom 9. bis 13. Tag Hämoglobinurie.
20 Tagen	5 ccm intraperitoneal	erkrankt nach 8 Tagen	Parasiten vom 9. bis 12. Tag an nachgewiesen. Keine Hämoglobinurie.
40 Tagen	5 ccm intraperitoneal	erkrankt nach 8 Tagen	Parasiten vom 9. bis 13. Tag an nachgewiesen Keine Hämoglobinurie.
50 Tagen	5 ccm subkutan bei 5 Kühen	sämtlich erkrankt nach 5—8 Tagen	1 Kuh †.

Verimpft nach:	Art der Impfung	Ergebnis	Bemerkungen (Blutbefund der geimpften Tiere etc.)
60 Tagen	4 ccm intraperitoneal	erkrankt nach 9 Tagen	Parasiten vom 10. bis 14. Tag an nachgewiesen. Am 12. Tag Hämoglobinurie.
70 Tagen	5 ccm subkutan bei 5 Kühen	nicht erkrankt	
100 Tagen	5 ccm intraperitoneal	nicht deutlich erkrankt	Vom 5. bis 9. Tag leichte Temperatursteigerung. Keine Parasiten nachweisbar. Nach 25 Tagen mit 10 Tage bei 8° gehaltenem Blut nachgeimpft. Leichte Erkrankung am 9. Tag. Vereinzelte Parasiten nachgewiesen.
100 Tagen	5 ccm	nicht erkrankt	Nach 26 Tagen nachgeimpft Temperatursteigerung am 9. Tag. Am 9. u. 10. Tag vereinzelte Parasiten.
100 Tagen	20 ccm intraperitoneal	nicht erkrankt	Nach 28 Tagen nachgeimpft mit frischem Blut (10 ccm). Leichte Temperaturerhöhung am 5. Tage. Vereinzelte Parasiten an diesem Tage.
102 Tagen	10 ccm intraperitoneal	nicht erkrankt	Nach 25 Tagen nachgeimpft Fieber vom 7. bis 11. Tag Parasiten am 8., 9. und 10. Tag nachgewiesen.
105 Tagen	5 ccm subkutan bei 2 Kühen	nicht erkrankt	

Es zeigte sich also, dass bei niederer Temperatur aufbewahrtes defibriniertes Blut seine Ansteckungsfähigkeit mindestens 60 Tage bewahrt und nach dieser Zeit nicht nur die Tiere infiziert, sondern auch noch Hämoglobinurie hervorruft. Wurde jedoch solches Blut bei 37° aufbewahrt, so erlosch die Infektiosität wesentlich früher. Bereits nach 8 Tagen gelang es nicht mehr, Tiere damit krank zu machen. Diese Beobachtung sprach also mehr dafür, dass die Parasiten bei 8° wohl überleben, von einer Züchtung aber konnte in Anbetracht der niedrigen Temperatur nicht die Rede sein.

Ebenso hielten sich in den nach Lignières in hämoglobinhaltiges Serum verimpften Blutproben die Parasiten länger lebensfähig, wenn die „Kulturen“ bei 8°, als wenn sie bei 37° aufbewahrt wurden.

Defibriniertes, an Parasiten reiches Blut in hämoglobinhaltiges Serum übertragen, bei 37° aufbewahrt.

Verimpft nach	Art der Impfung	Ergebnis	Bemerkungen
8 Tagen	10 ccm intraperitoneal	zweifelhaft	Am 15. u. 16. Tag nach der Impfung Fieber bis 40°. Keine Parasiten gefunden. Bei Nachimpfung mit frischem Blut erkrankt mit Parasiten.
15 Tagen	15 ccm intraperitoneal	erkrankt	Unregelmässige Fieberbewegungen. Am 9., 10. u. 11. Tag nach der Impfung Parasiten gefunden.
20 Tagen	20 ccm intraperitoneal	nicht erkrankt	Bei Nachimpfung nach 28 Tagen mit frischem Blut erkrankt; Parasiten nachgewiesen.

Hier war also das Ergebnis bei den verschiedenen Proben nicht gleichmässig und nur einmal positiv bei Blut, welches 15 Tage bei 37° mit hämoglobinämischem Serum gemischt gestanden hatte.

Defibriniertes, an Parasiten reiches Blut in hämoglobinhaltiges Serum übertragen, bei 8° aufbewahrt.

Verimpft nach	Art der Impfung	Ergebnis	Bemerkungen
22 Tagen	10 ccm intraperitoneal	erkrankt nach 8 Tagen	Parasiten vom 9. bis 13. Tage nachgewiesen.
42 Tagen	9 ccm intraperitoneal	erkrankt nach 11 Tagen	Parasiten vom 11. bis 14. Tage nachgewiesen.

Das mit Blut versetzte, bei 8° aufbewahrte hämoglobinhaltige Serum wirkte also noch nach 42 Tagen infektiös und bot demnach für die Erhaltung der Parasiten günstigere Bedingungen als das bei Züchtungstemperatur gehaltene.

Nach dem Ausfall dieser Versuche ist unserer Ansicht nach nicht daran zu zweifeln, dass erstens die Parasiten der Hämoglobinurie viel widerstandsfähiger sind, als man bis dahin angenommen hat, und dass durch die Aufbewahrung bei niederer Temperatur die günstigsten Bedingungen für ihre Erhaltung ausserhalb des Tierkörpers gegeben sind. Von einem Wachstum oder einer Vermehrung der Parasiten in dem Sinne einer Kultur kann dabei jedoch nicht die Rede sein.

B. Lebensdauer der Parasiten im Fleische und Blute geschlachteter Rinder.

Um zu ermitteln, wie lange sich die Parasiten der Hämoglobinurie im Fleisch geschlachteter Tiere halten können, dienten folgende Versuche.

a. Versuche mit Fleischsaft.

Der Fleischsaft wurde in folgender Weise hergestellt. Die Muskeln der geschlachteten Rinder wurden mit Hilfe einer Fleischhackmaschine zerkleinert, die zerkleinerte Masse in einen Mullbeutel getan und ausgepresst. War das Fleisch frisch, so gelang das Auspressen der in demselben enthaltenen Flüssigkeit nicht; deshalb wurde dem frischen Fleische zunächst eine bestimmte Menge 0,75 prozentiger Kochsalzlösung zugesetzt, und dann das Fleisch ausgepresst. War dagegen das Fleisch 24 Stunden alt, so konnte man mit Leichtigkeit eine grössere Menge Saft aus demselben auspressen.

Für die Versuche über die Haltbarkeit der Parasiten im Fleisch wurden fünf kranke Kühe geschlachtet, in deren Blute zahlreiche Parasiten nachzuweisen waren. Der aus dem Fleische derselben gewonnene Saft wurde acht Rindern in die Bauchhöhle gespritzt. Die Menge des eingespritzten Fleischsaftes betrug 20 ccm. Drei Rindern wurde Fleischsaft eingespritzt, der 1 bis 3½ Stunden, den übrigen fünf Rindern Fleischsaft, der 12 bis 24 Stunden nach dem Schlachten der Rinder durch Auspressen gewonnen worden war. Das Fleisch wurde teils bei 3 bis 4°, teils bei 10° aufbewahrt.

Versuch 1.

Einer Kuh wurden 20 ccm Fleischsaft aus dem Fleische eines an Hämoglobinurie erkrankten, geschlachteten Rindes in die Bauchhöhle gespritzt. Der Fleischsaft war eine Stunde nach dem Schlachten des Rindes hergestellt worden. Nach 5 Tagen

fanden sich die ersten Parasiten in dem Blute der Kuh. Sie waren 7 Tage lang im Blute nachzuweisen. Einen Tag lang wurde Hämoglobinurie beobachtet.

Versuch 2.

Einer anderen Kuh wurden gleichfalls 20 ccm Fleischsaft aus dem Fleische eines an Hämoglobinurie erkrankten, geschlachteten Rindes in die Bauchhöhle gespritzt. Der Fleischsaft war $2^{1}/_{2}$ Stunden nach dem Schlachten hergestellt worden. Die Kuh erkrankte am 5. Tage leicht an Hämoglobinurie. Parasiten waren 5 Tage lang in ihrem Blute nachzuweisen.

Versuch 3.

Einer dritten Kuh wurden 20 ccm Fleischsaft in die Bauchhöhle gespritzt, welcher $3^{1}/_{2}$ Stunden nach dem Schlachten des erkrankten Rindes hergestellt worden war. Diese Kuh erkrankte schwer, am 12. Tage konnten die ersten Parasiten in dem Blute derselben ermittelt werden; 2 Tage später war der Harn rotbraun; der Nachweis der Parasiten im Blute war 5 Tage lang möglich.

Versuch 4.

Einer vierten Kuh wurden 20 ccm Fleischsaft eines an Hämoglobinurie erkrankten und geschlachteten Rindes in die Bauchhöhle gespritzt. Das Fleisch des Rindes war nach der Schlachtung 12 Stunden lang bei $+ 3—4^{0}$ aufbewahrt worden. Hiernach erkrankte die Kuh nicht. Dass das Tier überhaupt empfänglich für Hämoglobinurie war, zeigte die Erkrankung, die der nach einiger Zeit vorgenommenen Nachimpfung mit frischem parasitenhaltigem Blute folgte.

Versuch 5 bis 7.

Drei Kühen wurden je 20 ccm Fleischsaft eines an Hämoglobinurie erkrankten und geschlachteten Rindes in die Bauchhöhle gespritzt, dessen Fleisch nach der Schlachtung 24 Stunden lang bei $+ 3—4^{0}$ aufbewahrt worden war. Auch diese Kühe blieben gesund. Alle drei Tiere wurden später mit frischem parasitenhaltigem Blute nachgeimpft und erkrankten danach zum Teil schwer an Hämoglobinurie.

Versuch 8.

Einer gesunden Kuh wurden 20 ccm Fleischsaft eines Rindes in die Bauchhöhle gespritzt, dessen Fleisch nach der Schlachtung 24 Stunden lang bei einer Temperatur von ca. $+ 10^{0}$ aufbewahrt worden war. Bei dieser Kuh wurden gleichfalls keine Krankheitserscheinungen beobachtet, dagegen erkrankte sie bei der Nachimpfung mit frischem parasitenhaltigem Blute.

Aus diesen Versuchen ergibt sich, dass die Parasiten im Fleische von Rindern, welche an Hämoglobinurie gelitten haben und geschlachtet worden sind, nur wenige Stunden nach der Schlachtung am Leben bleiben, ohne dass wir imstande sind, die Zeit genau angeben zu können, in welcher das Absterben derselben erfolgt. In jedem Falle waren aber die Parasiten schon 12 Stunden nach der Schlachtung im Fleische sicher zugrunde gegangen. Es müssen im Fleisch geschlachteter Rinder Stoffe gebildet werden, welche die in dem Fleische enthaltenen Parasiten schnell vernichten.

b. Versuche mit dem Blute, welches im Fleische geschlachteter Rinder enthalten ist.

An Hämoglobinurie erkrankte Rinder wurden in der Weise geschlachtet, dass sie nicht ganz ausbluten konnten, und dann wurden grosse Fleischstücke derselben, in denen mit Blut stark angefüllte Gefässe enthalten waren, in einem Kühlraum bei einer Temperatur von + 3—4° aufbewahrt. Das Blut in den Gefässen dieser Fleischstücke, welches teils flüssig, teils geronnen war, wurde mit 0,75 prozentiger Kochsalzlösung ausgespült, und davon 20 ccm gesunden Rindern in die Bauchhöhle gespritzt.

Für diese Versuche wurden 5 Rinder verwendet, und zwar wurde je einem Tiere 1 Tag altes, 2 Tage altes, 9 Tage altes, 10 Tage und 15 Tage altes Blut in die Bauchhöhle gespritzt.

Hiernach erkrankten drei Rinder an Hämoglobinurie, denen 1, 2 und 9 Tage altes Blut in die Bauchhöhle gespritzt worden war. Bei der Kuh, welche 2 Tage altes Blut erhalten hatte, nahm die Krankheit sogar einen tödlichen Verlauf, am 13. Tage nach der Einspritzung ging das Rind an Hämoglobinurie zugrunde. Dagegen blieben diejenigen Rinder gesund, welchen zehn und fünfzehn Tage altes Blut eingespritzt war. Mithin bleiben die Parasiten im Blute grosser, nicht vorschriftsmässig ausgebluteter Fleischstücke längere Zeit am Leben, als im Fleischsafte, welcher in der oben beschriebenen Weise hergestellt worden war.

Während die oben mitgeteilten Versuche über die Lebensdauer der Parasiten im Blute, welches erkrankten Rindern durch einen Aderlass steril entnommen, dann defibriniert und bei 6—8° gehalten worden war, gelehrt haben, dass die Parasiten am 60. Tage noch nicht abgestorben sind, und dass die mit solchem Blute infizierten Rinder an der Hämoglobinurie erkranken, ergibt sich aus den soeben beschriebenen Versuchen, dass die Parasiten im Blute selbst grosser Fleischstücke, welche bei einer ähnlichen Temperatur aufbewahrt wurden, schon nach 9 Tagen zugrunde gegangen waren.

Die Versuche über die Lebensdauer der Parasiten im Fleische und Blute erkrankter und geschlachteter Rinder boten auch Gelegenheit, die Veränderungen der Parasiten im Blute der geschlachteten Rinder genau verfolgen zu können.

In den ersten Stunden nach der Schlachtung zeigen die Parasiten im Blute die kugel- und birnenförmige Gestalt. Die kugelförmigen Parasiten verändern ihre Form bei weiterer Aufbewahrung des Fleisches bei einer Temperatur von 3—4° nicht. Dagegen werden viele birnenförmige Parasiten schon 20 Stunden nach der Schlachtung der Rinder schmaler und ihr Kern rückt von dem abgerundeten Ende des Parasiten mehr nach der Mitte zu. Vom 4. Tage ab wandeln sich die meisten birnenförmigen Parasiten in die Kugelform um, und am 7. Tage ist diese Umwandlung bei allen Parasiten beendigt. Die kugelförmige Gestalt behalten die Parasiten bei. Die Grösse der kugelförmigen Parasiten wechselt, auch sind je zwei von ihnen häufig durch einen Faden noch miteinander verbunden. Bemerkenswert ist, dass immer 3 – 4 Stunden nach der Schlachtung auf den roten Blutkörperchen stäbchenförmige Gebilde, welche in der Mitte einen Kern enthalten und die ganze Breite eines roten Blutkörperchens einnehmen, nachzuweisen sind. Später, etwa nach 6 Stunden, sind diese Gebilde wieder verschwunden.

Zahlreiche Parasiten sind, wie wir dies bereits bei dem anatomischen Befunde der an Hämoglobinurie zugrunde gegangenen Rinder ausgeführt haben, in der Milz, dem Herzen, der Leber und den Nieren nachzuweisen. In der Regel haben die Parasiten in den genannten Organen schon 3 Stunden nach der Schlachtung der Tiere die Form einer Kugel angenommen; man sieht indes zu dieser Zeit auch noch einzelne birnenförmige Parasiten. Nach 24 Stunden werden die letzteren sehr selten, und am 3. Tage sieht man sie überhaupt nicht mehr. Nach dieser Zeit behalten die Parasiten die Kugelform so lange, als man imstande ist, die Organe gegen die Fäulnis zu schützen. Mit dem Eintritt der Fäulnis zerfallen die Parasiten und sind dann nicht mehr nachzuweisen.

VII. Die Übertragung der Hämoglobinurie durch Vermittelung von Zecken.

Smith und Kilborne[1]) haben zuerst festgestellt, dass die Hämoglobinurie unter natürlichen Verhältnissen nicht etwa durch die Ausscheidungen kranker Tiere übertragen wird, sondern durch Vermittelung bestimmter Zecken, welche auf Rindern schmarotzen.

Die Zecke, welche in Amerika die Ansteckung vermittelt, gehört nach F. Neumann[2]) zu der Gattung Rhipicephalus und wird von ihm als Rhipicephalus annulatus bezeichnet. Sie ist identisch mit der von Riley als Ixodes bovis, von Curtice als Boophilus bovis benannten Zecke. Rhipicephalus annulatus oder nahe Verwandte desselben kommen als Schmarotzer bei Rindern vor in den Ländern der heissen und in den südlichen Teilen der gemässigten Zone. Sie sind gefunden in den Südstaaten von Nordamerika, in Mittel- und Südamerika, in Afrika (Algier, Marokko, Ägypten, Deutsch-Ostafrika, Südafrika), Asien (Transkaukasien, Singapore, Sumatra), Australien, ferner in Südeuropa (Italien, Sardinien, Südfrankreich). In den nördlichen Teilen von Europa ist der Rhipicephalus nicht heimisch. Hier ist dagegen eine andere Gattung von Zecken, die der Ixoden, verbreitet.

Bisher lagen die Beweise dafür, dass ein Angehöriger dieser Gattung Hämoglobinurie bei Rindern hervorrufen könne, nicht vor.

Allerdings hatte schon Morgan[3]) die Vermutung ausgesprochen, dass eine Ixodenart an der Verbreitung des Texasfiebers in Amerika beteiligt sei. Auch fanden Kossel und Weber in Finnland nur einen Ixoden, den Ixodes reduvius, auf hämoglobinuriekranken Rindern. Weil die Hämoglobinurie in Finnland in ihrer Verbreitungsart mit dem amerikanischen Texasfieber völlig übereinstimmte, glaubten Kossel und Weber auch für die dortige Krankheit eine Übertragung durch Zecken annehmen zu müssen und bezeichneten daher den Ixodes reduvius als den wahrscheinlichsten Träger des Ansteckungsstoffes. Die gleiche Zecke ist vermutlich von Jackschath auf Rindern in Deutschland und von Kragerüd in Norwegen beobachtet worden.

[1]) l. c.

[2]) Revision de la famille des Ixodidés. Mémoires de la société zoolog. de France 1897 — 1899.

[3]) Ticks and tick fever. Bull. of the agric. experim. station of the Louis. State Univ. Sec. Series Nr. 56, 1899.

Während es leicht gelingt Rhipicephalen auf Rindern zur Entwickelung zu bringen, waren die bisherigen Versuche mit Ixodes reduvius an Rindern misslungen. Kossel und Weber konnten nur feststellen, dass sich der Entwickelungsgang des Ixodes reduvius von demjenigen der Rhipicephalen, wie er durch die Versuche von Smith und Kilborne, R. Koch und Lignières festgestellt war, unterscheidet. Die Rhipicephalen vermögen sich von der Larve bis zum geschlechtsreifen Tier auf demselben Rinde zu entwickeln, ohne dass sie dasselbe zum Zweck der Häutung verlassen. Die Häutung, welche zwischen dem Larven- und Nymphenstadium sowie zwischen dem letzteren und dem geschlechtsreifen Stadium erfolgt, vollzieht sich bei Rhipicephalus, während die Zecke auf der Haut des Rindes schmarotzt. Dagegen beobachteten Kossel und Weber, dass die Larven des Ixodes reduvius auf dem Rinde nicht zu geschlechtsreifen Tieren heranwachsen, sondern ihren Wirt nach einigen Tagen verlassen.

Es war zunächst unsere Aufgabe, die Lebensweise des Ixodes reduvius näher kennen zu lernen, da wir nur so hoffen konnten, die Schwierigkeiten zu überwinden, welche sich bisher den Versuchen mit dieser Zecke entgegengestellt hatten.

A. Ixodes reduvius, die in Deutschland heimische Rinderzecke und ihr Entwickelungsgang.

In allen Teilen Deutschlands, in denen Hämoglobinurie vorkommt, fanden wir auf den Rindern dieselbe Zeckenart. Nach einer Bestimmung, welche Herr Professor Neumann in Toulouse die Freundlichkeit hatte vorzunehmen, handelt es sich um Ixodes reduvius. Sie ist nach Neumann[2]) identisch mit Ixodes ricinus (Latreille), Ricinus caninus (Ray), Acarus ricinus (Linné), Cynorhaestes reduvius (Hermann) u. a. Ixodes reduvius kommt nach Neumann in ganz Europa vor. Kossel und Weber konnten diese Zeckenart in Finnland feststellen; der erstere fand sie gelegentlich auf Rindern auch in England, nämlich im nördlichen Teile von Wales, wo ebenfalls Hämoglobinurie (Redwater oder Blackwater von den Farmern genannt) einheimisch ist.

Ausser dem Rinde befällt dieser Ixode mit Vorliebe die Ziege und das Schaf, ferner kommt er auf dem Pferd, Hirsch, Reh, Hund, Frettchen, Fuchs und der Katze vor, ja auch den Menschen greift er an. Die Nymphen und Larven finden sich oft reichlich auf Eidechsen, Vögeln, Hasen, Eichhörnchen, auf dem Iltis, Frettchen, Igel, Maulwurf und der Fledermaus.

Die hungrige Zecke im Larven- und Nymphenstadium greift anscheinend jedes ihr erreichbare Tier an. Die geschlechtsreifen Zecken bevorzugen die grösseren Tiere.

In der schon wiederholt erwähnten Arbeit hatten Kossel und Weber mitgeteilt, dass sie in Finnland nur geschlechtsreife Zecken auf den Rindern gefunden hätten. Nach unseren neueren Beobachtungen kommen jedoch alle drei Entwickelungsstadien auf Rindern vor. Die Ursache, weshalb in Finnland nur geschlechtsreife Zecken beobachtet wurden, ist nunmehr aufgeklärt. Es zeigte sich nämlich, dass die Larven und Nymphen unter natürlichen Verhältnissen nur zu gewissen Jahreszeiten in grosser Zahl die Rinder angreifen und zwar während des Mai und der ersten Tage des Juni.

[1]) l. c.
[2]) l. c.

Später sind sie nur in vereinzelten Exemplaren beim Rinde zu finden und können wegen ihrer Kleinheit leicht übersehen werden.

Die Larven und Nymphen sitzen bei dem Rindvieh vorzugsweise am Kopf, in der Umgebung der Schnauze, an den Augenlidern und an den Ohren, ferner am Euter. Wurden bei den künstlichen Infektionsversuchen Larven in grosser Anzahl auf Rinder gebracht, so setzten sie sich an allen Körperstellen ohne Auswahl fest.

Die erwachsene Zecke bevorzugt die Leistengegend, die Innenfläche der Schenkel, den Hals, das Euter und die Grube um After und Scham. Nur die Larven, Nymphen und Weibchen saugen Blut. Die Männchen laufen frei auf der Haut des Tieres umher oder sie sind der Bauchseite des Weibchens angeheftet (Kopulation).

Untersucht man Rinder auf der Waldweide oder abends nach der Rückkehr von der Weide im Stalle, so sieht man, wenn die Weide reich an Zecken war, häufig nicht nur Weibchen, sondern auch Männchen sowie Larven und Nymphen in grosser Anzahl frei auf der Haut umherlaufen.

Die Zahl der Zecken auf den Rindern ist in manchen Gegenden Deutschlands besonders im Frühjahr auf den Weiden so gross, dass die Bauern des abends die vollgesogenen Weibchen literweise sammeln und den Hühnern zur Nahrung vorwerfen.

An den Stellen der Haut, wo die Zecken (Larven, Nymphen und geschlechtsreife Tiere) ihren Stachel einbohren, entsteht eine Rötung und häufig auch eine deutliche Schwellung. Vermutlich wird ähnlich wie bei den Mücken eine reizende Substanz von der Speicheldrüse abgesondert, die eine stärkere Gefässfüllung der Haut an der Bissstelle verursacht und dadurch der Zecke die Aufnahme des Blutes erleichtert. Zuweilen bohren sich die Larven und Nymphen auch mit ihrem ganzen Körper unter die Haut ein.

Durch den Biss der Zecken scheint ein heftiger Juckreiz verursacht zu werden. Nach dem Ansetzen grosser Mengen von Larven (einiger Tausend auf einmal) wurden die Rinder sehr unruhig, schlugen mit dem Schwanz und rieben sich den Nacken an der Krippe.

Auf den Weiden, auf denen die Hämoglobinurie endemisch ist, konnten wir alle drei Stadien der Zecken nachweisen. Mit Vorliebe finden sie sich an feuchten, sumpfigen Stellen im Gras und im Buschwerk, eine besondere Pflanze scheinen sie nicht zu bevorzugen.

Man kann die Zecken auf der Waldweide leicht in grösserer Zahl fangen, indem man ein Tuch, am besten aus Wolle, über das Gras und die Sträucher wegzieht. Sind auf der Weide viele Zecken vorhanden, so ist das Tuch sofort mit solchen besät. Am reichlichsten pflegten auf der Weide zu allen Jahreszeiten die Nymphen zu sein. Häufig stiess man aber auch auf ganze Nester von Larven; wahrscheinlich handelte es sich dann um eine Stelle, wo eine vollgesogene Zecke ihre Eier abgelegt hatte.

Zuweilen sieht man auch die Zecken in grossen Haufen an der Spitze von Grashalmen sitzen und mit dem vorderen Beinpaare suchend in der Luft herumtasten. Streift man mit der Hand oder den Kleidern an den Halmen vorbei, so springen sie sofort an.

Man kann der Zeckenjagd nie ungestraft obliegen, immer saugen sich einige dieser Tiere, vor allem Nymphen, beim Sammler fest.

Die Zecken erscheinen mit dem frühesten Frühling. Schon Ende April 1901, zu einer Zeit, wo die Vegetation noch sehr zurück war, konnten Larven, Nymphen und geschlechtsreife Tiere im Walde gefunden werden. Es geht daraus hervor, dass sie in allen drei Stadien überwintern. Im Frühling, Sommer und Herbst sind sie leicht im Walde zu finden, mit Beginn des Winters verkriechen sie sich unter dem abgefallenen Laub, unter Baumrinde und unter Steinen.

Die Zecken können sehr lange Zeit leben, ohne Blut zu saugen. Larven in ein Gefäss mit Sand und Fliesspapier gesetzt, konnten Monate lang am Leben erhalten werden. Bedingung ist jedoch, dass stets genügende Feuchtigkeit herrscht. Trocknet Sand und Fliesspapier aus, so gehen die Zecken im Sommer in kurzer Zeit zugrunde.

Bevor wir die Versuche, die Hämoglobinurie durch Zecken zu übertragen, in Angriff nahmen, war es wünschenswert, ihren Entwickelungsgang genau kennen zu lernen.

Da die Fachliteratur keinen Aufschluss über die Entwickelungsgeschichte der Ixoden gab, gingen wir daran, diese Frage experimentell im Laboratorium zu lösen. Es galt vor allem zu entscheiden, welches die günstigsten Bedingungen für eine künstliche Züchtung des Ixodes reduvius sind, und unter welchen Bedingungen die Umwandlung der Larven in Nymphen und dieser wieder in die geschlechtsreifen Tiere stattfindet.

Sammelten wir vollgesogene Zecken von Rindern und setzten dieselben in ein mit Erde gefülltes und mit Gras besätes Terrarium, so suchten sie gewöhnlich einen Spalt oder eine kleine Vertiefung im Boden auf, einige bohrten sich auch, mit dem Kopfe voran, in die lockere Erde ein. Nach etwa 8 Tagen begann das Ablegen der Eier. Auch in Glasgefässen, in welchen sich nur feuchtes Fliesspapier befand, legten sie ihre Eier ab.

Wiederholt wurde auch beobachtet, dass Zecken, die in nicht ganz vollgesogenem Zustande von den Rindern entfernt worden waren, Eier ablegten; allerdings in bedeutend geringerer Anzahl als eine ganz vollgesogene Zecke.

Das Ablegen der Eier zieht sich über etwa 8—14 Tage hin. Jede Zecke legt eine beträchtliche Anzahl (100—1000 oder mehr) von Eiern in einem Haufen ab und geht dann in der Regel bald zugrunde. Nur ausnahmsweise konnten wir sie noch längere Zeit nach dem Ablegen der Eier am Leben erhalten. (An solchen Zecken sieht man die grauen Darmschläuche deutlich durch die gelbe Haut durchschimmern).

Die Eier sind anfangs von gleichmässig gelbbrauner bis braunroter Farbe. Etwa nach 4 Wochen sieht man in jedem Ei einen weissen Fleck auftreten. Nach durchschnittlich 6 Wochen schlüpfen die ersten Larven aus. Sie sind sehr klein, haben nur 3 Beinpaare und besitzen keine Tracheen.

Die Larven suchten in den Terrarien mit Vorliebe die Spitzen der Grashalme auf, an denen sie sich, einem Bienenschwarm vergleichbar, in dichtgedrängten Haufen sammelten. Während sie sich mit den beiden hinteren Beinpaaren am Grashalm anklammerten, tasteten sie, wie schon auf der Weide beobachtet war, mit dem vorderen Paar suchend in der Luft herum. In Gläsern, die durch Gaze verschlossen waren, sammelten sich die hungrigen Larven unter der die Öffnung bedeckenden Gaze

und liefen aufgeregt hin und her, sobald man in das Gefäss hineinhauchte oder ein Meerschweinchen auf die Gaze setzte.

Die Larven wurden, um sie weiter zur Entwickelung zu bringen, Meerschweinchen angesetzt. Sie hefteten sich bei diesen Tieren mit Vorliebe in der Gegend der Schnauze, an den Augenlidern und an den Ohren fest. Sie saugten sich langsam mit Blut voll und fielen am 3. bis 6. Tage ab. Während des Blutsaugens entleerten sie blutig gefärbte Massen aus der Analöffnung. Die Zahl der Larven, die angebissen hatten, war bei einigen Versuchen so gross, dass bis zu 1000 vollgesogene Larven an einem Tage gesammelt werden konnten. Die vollgesogenen Larven sind von Stecknadelkopfgrösse, von glänzend schwarzer Farbe und ovaler Gestalt.

Wurden vollgesogene Larven in Gläser gebracht, auf deren Boden sich etwas feuchter Sand und darüber feuchtes Fliesspapier oder Bimssteinstücke befanden, so setzten sie sich an der Wand des Gefässes, am Fliesspapier und in den Buchten und Löchern des Bimssteines fest. Nach einiger Zeit nahmen sie eine graue Farbe an und wurden durchscheinend. Diese Aufhellung begann an der Rückenfläche dicht hinter dem die vordere Hälfte des Rückens deckenden Schild und erstreckte sich von da nach rückwärts. Nach 4 Wochen etwa schlüpften die ersten Nymphen aus. Die ganze äussere Bedeckung der Larve mit Beinen und Kauwerkzeugen wurde abgeworfen; sie war regelmässig an der Rückenfläche dicht hinter dem Schild aufgebrochen.

Sofort nach dem Auskriechen ist die Nymphe von gleichmässig schwarzer Farbe. Die Beine sehen weisslich durchscheinend aus. An der Bauchseite befindet sich ein weisser Fleck. Nach einigen Tagen werden die Beine gelblich und verlieren ihre Durchsichtigkeit. Die schwarze Farbe der Nymphe verschwindet und macht der charakteristischen Zeichnung Platz.

Die Nymphe besitzt 4 Beinpaare und atmet durch Tracheen. Sie hat in ihrem Bau Ähnlichkeit mit der weiblichen Zecke, ist aber kleiner als diese und besitzt keine Geschlechtsorgane.

In ein Gefäss mit Sand und Fliesspapier gebracht, setzten sie sich meist in Gruppen in den Falten des Fliesspapiers fest und entleerten schwarze Massen, die Reste des von der Larve aufgenommenen Blutes, sodass das Papier bald mit schwarzen Punkten besät war.

Nachdem die Nymphen einige Zeit gehungert hatten, bissen sie beim Meerschweinchen an. Ebenso wie die Larven fielen auch die vollgesogenen Nymphen am 3. bis 5. Tage ab. Sie sind länglich und von der Grösse eines Roggenkorns, grau mit kleinem schwarzen Rückenschild.

In ein Glas mit Sand und Fliesspapier gesetzt, verloren sie allmählich den Glanz, die schwarze Farbe ging in grau über. Die Aufhellung begann wiederum an der Rückenfläche dicht hinter dem Schilde. An dieser Stelle brach nach frühestens 8 Wochen die Hülle auf und die geschlechtsreifen Zecken schlüpften aus. Ebenso wie die Larve warf auch die Nymphe mit ihrer Hülle die Beine und Kauwerkzeuge ab.

Zuerst scheinen die Männchen in grösserer Anzahl auszuschlüpfen als Weibchen. Gleich nach dem Ausschlüpfen besitzen Männchen und Weibchen noch nicht ihre charakteristische Gestalt und Zeichnung, die Beine sind farblos, durchsichtig, an der

Bauchseite befindet sich ein weisser Fleck. In einigen Tagen entwickeln sich Weibchen und Männchen zu ihrer charakteristischen Gestalt.

Die geschlechtsreifen Zecken haben 4 Beinpaare und atmen durch Tracheen. Weibchen und Männchen sind leicht zu unterscheiden. Die Männchen sind von dunkelbraunroter Farbe und haben einen die ganze Rückenfläche mit Ausnahme eines schmalen Saumes bedeckenden Schild. Die Kauwerkzeuge sind bei ihnen viel weniger ausgebildet als bei den Weibchen. Der Schild der Weibchen deckt etwa nur die Hälfte des Rückens, der übrige Leib hat eine gelbrote Farbe. Bei der Begattung heften sich die Männchen an der Bauchseite fest, indem sie ihr Geschlechtsorgan in die Geschlechtsöffnung des Weibchens einführen. Dies geschieht auch noch, wenn die Weibchen bereits Blut gesogen haben. So findet man häufig auf Kühen teilweise oder ganz vollgesogene Weibchen, an deren Bauchseite ein Männchen sitzt.

Nur die Weibchen saugen sich mit Blut voll, bei den Männchen konnte dies nicht beobachtet werden. Einmal allerdings bissen sich auch Männchen, die lange Zeit gehungert hatten, am Meerschweinchen fest, ob sie Blut gesogen hatten, konnte nicht entschieden werden. Ferner wurde wiederholt die Beobachtung gemacht, dass Männchen sich im feuchten Fliesspapier festsaugten. Es ist möglich, dass sie sich in der Natur von Pflanzensäften nähren.

Die Entwickelung einer Generation von Ixodes reduvius nimmt einen grossen Zeitraum in Anspruch. Im günstigsten Falle wird die warme Jahreszeit zur Entwickelung gerade ausreichen. Dies geht aus folgender Rechnung hervor.

1.	Abfallen der vollgesogenen Zecken,	
2.	Eierlegen nach ca.	1 Woche
3.	Ausschlüpfen der Larven nach frühestens	6 Wochen
4.	„ „ Nymphen nach frühestens	4 „
5.	„ „ geschlechtsreifen Zecken nach frühestens	8 „
6.	Abfallen der vollgesogenen Weibchen nach	1 Woche
		Zusammen mindestens 20 Wochen.

Es sind also zur Entwickelung einer einzigen Generation wenigstens 5 Monate notwendig. Im Gegensatz dazu vollendet Rhipicephalus annulatus seinen Entwickelungsgang in etwa 50 Tagen.

Bei der obigen Rechnung ist noch nicht in Betracht gezogen die Zeit, welche die Zecken nach dem Ausschlüpfen brauchen, um sich vollständig zu entwickeln, denn sie gehen nicht sofort nach dem Ausschlüpfen auf das betreffende Wirtstier. Ferner ist nicht mitgerechnet die Zeit, die Larven und Nymphen brauchen, um sich vollzusaugen. Endlich müssen die Zecken unter natürlichen Verhältnissen sicherlich oft lange warten, bis sie ein geeignetes Wirtstier finden.

Von grossem Einfluss auf die Schnelligkeit der Entwickelung ist ferner die Witterung. In sehr warmen und feuchten Jahren wird sie viel schneller vor sich gehen als in kalten.

Der Einfluss der Jahreszeit zeigte sich deutlich bei den experimentellen Versuchen. Während die vollgesogenen Nymphen im Sommer nur 8 Wochen brauchten, um sich zu geschlechtsreifen Tieren zu entwickeln, dauerte dies bei Nymphen, die

sich erst Ende November vollgesogen und den Winter über im geheizten Zimmer aufbewahrt wurden, bis zu 7 Monaten. Vollgesogene Larven, die unter denselben Bedingungen gehalten wurden, brauchten bis zu 5 Monaten für ihre Entwickelung zu Nymphen.

Diese Beobachtungen zeigen deutlich, in wie weiten Grenzen die Entwickelungsdauer einer Zeckengeneration schwanken kann.

Der Lösung harrte jetzt noch die Frage, in welcher Weise und in welchen Stadien die Zecken überwintern. Die bereits oben mitgeteilte Tatsache, dass zu Beginn des Frühjahrs sämtliche Zeckenstadien im Walde zu finden sind, macht es sehr wahrscheinlich, dass sie in allen Entwickelungsstadien überwintern können, in dem Zustande, in welchem sie gerade von der eintretenden Winterkälte überrascht werden.

Diese Vermutung erhielt ihre Bestätigung durch folgenden Versuch. Die während des Jahres 1901 im Laboratorium gezüchteten Zecken, Larven, Nymphen und geschlechtsreifen Tiere, teils in vollgesogenem Zustande teils noch nicht vollgesogen, ferner Zeckeneier wurden in Terrarien, Gläsern und Töpfen, auf deren Boden sich feuchter Sand und Fliesspapier befand und welche nur mit etwas Tannenreis bedeckt waren, während des Winters 1901/02 der Einwirkung der Winterkälte ausgesetzt.

Beim Eintritt der Kälte verkrochen sich die Zecken in der Erde der Terrarien, in den Gläsern blieben sie regungslos stets an derselben Stelle am Glas oder am Fliesspapier sitzen. Kam man jedoch mit der Hand in die Nähe der Zecke, so erwachte sie aus ihrer Erstarrung und sprang auf die Hand. Brachte man das Glas in das warme Zimmer, so begannen die Zecken bald wieder ziemlich lebhaft umherzulaufen.

Diese Beobachtung gibt eine Erklärung dafür, dass zuweilen im Winter Hämoglobinurie bei Rindern auftritt, ohne dass diese den Stall verlassen haben. Beinahe in allen diesen Fällen liess sich feststellen, dass in dem betreffenden Stalle Waldstreu verwendet wurde. Mit dieser Streu sind, wie anzunehmen ist, infizierte Zecken in den Stall verschleppt worden. Ferner kann eine Stallinfektion auch in folgender Weise zustande kommen. Werden nicht alle Tiere geweidet, sondern bleiben, wie es meist geschieht, die Kälber im ersten Jahre und die hochträchtigen Kühe im Stalle zurück, so können diese Tiere von den Zecken befallen werden, welche mittags und abends eingetriebene Weidetiere mitbringen (vgl. S. 40), sofern sich die Zecken an diesen noch nicht festgesaugt haben.

Sobald Ende April die ersten warmen Tage erschienen, kam wieder Leben in die Zeckenwelt. Larven, Nymphen und geschlechtsreife Tiere, teils mit Blut vollgesogen, teils nicht, erwachten aus ihrem Winterschlafe, und die Entwicklung nahm einfach da ihren Fortgang, wo sie bei Beginn des Winters stehen geblieben war. Aus den Eiern schlüpften die Larven aus, Larven und Nymphen, die sich noch im Herbste mit Blut vollgesogen hatten, entwickelten sich zu Nymphen bezw. geschlechtsreifen Tieren, Zecken aller drei Stadien, die im Herbst keine Gelegenheit mehr gehabt hatten Blut zu saugen, stürzten sich hungrig auf ein Wirtstier und saugten sich gierig mit Blut voll. Weibchen bissen sich sogar an Meerschweinchen, die sie für gewöhnlich verschmähen, fest, konnten sich aber anscheinend an diesen kleinen Tieren nicht vollsaugen.

Selbst in zwei offenen mit Erde gefüllten Blumentöpfen, die während des Winters vollständig ausgetrocknet waren, hatten sich Larven am Leben erhalten, ein Beweis, dass die Zecke selbst unter sehr ungünstigen Bedingungen überwintern kann. Im Sommer wären unter diesen Verhältnissen die Larven aus Mangel an Feuchtigkeit zugrunde gegangen. Im Winter sind offenbar, wie beim Winterschlaf anderer Tiere, die Lebensfunktionen herabgesetzt.

Dass die Zecken durch das Überwintern auch ihre Infektionsfähigkeit nicht einbüssen, dafür wird der Beweis an anderer Stelle erbracht werden.

Vergleicht man den eben beschriebenen Entwicklungsgang des Ixodes reduvius mit dem des Rhipicephalus annulatus, des Überträgers des Texasfiebers und der Hämoglobinurie in südlichen Ländern, so besteht der Hauptunterschied darin, dass Rhipicephalus annulatus seine ganze Entwicklung auf ein und demselben Tiere durchmachen kann, während Ixodes reduvius zum Zwecke der Häutung zweimal das Wirtstier verlässt. Ebenso, wie wir es bei den kleineren Laboratoriumstieren gesehen hatten, verhielten sich die Larven, Nymphen und Weibchen auch dann, wenn sie Rindern angesetzt wurden. Sie verliessen das Rind regelmässig in vollgesogenem Zustande etwa nach 3—5 Tagen.

Anatomie von Ixodes reduvius.

1. Das Ei. (Tafel I Fig. 1.)

Die Eier sind von ovaler Gestalt und beinahe doppelt so lang wie breit. Ihre Länge beträgt durchschnittlich 0,50—0,55 mm und ihre Breite 0,27—0,33 mm. An der einen Längsseite befindet sich eine Delle von ungefähr 0,16 mm Länge. Dieselbe entspricht der Stelle, an welcher sich der Deckel des Eies befindet, der sich öffnet, wenn die aus dem Ei sich bildende Larve zum Ausschlüpfen reif geworden ist. In den ersten Stadien sind die Eier mit einer homogenen, durchsichtigen Masse angefüllt und von einer weichen, trüben Hülle umgeben. Sobald das Ei sich ausserhalb des Muttertieres befindet, wird die Hülle hart, chitinös und hat eine gelbliche Farbe.

2. Larve. (Tafel I Fig 2, 3, 6.)

a) Im nüchternen Zustande.

Die Larve ist ca. 0,7—0,8 mm lang und 0,42—0,5 mm breit. Man muss an ihr zwischen dem Rostrum, dem Rumpf und den Gliedmassen unterscheiden.

Das Rostrum, ca. 0,22—0,24 mm lang, setzt sich zusammen aus dem Unterkiefer und den beiden darüber befindlichen Kieferfühlern und den zu jeder Seite des Unterkiefers liegenden Kiefertastern oder Palpen.

Der Unterkiefer ca. 0,11 mm lang ist am vorderen Ende der Larve gelegen. Er stellt ein tannenzapfenartiges Gebilde dar, das aus zwei in der Mittellinie eng verwachsenen Hälften besteht. An der Spitze trägt der Rüssel zwei kreisförmig angeordnete Reihen von kleinen nach hinten gerichteten Zähnen, dann folgen auf jeder Rüsselhälfte drei Längsreihen von je 9—10 grösseren Zähnen, die an den beiden Seiten am grössten sind. Dorsal vom Rüssel liegen die beiden Kieferfühler oder Cheliceren. Sie haben eine Länge von 0,32 mm, da sie erst im vorderen Drittel des Rumpfes unter dem Schilde mit fächerförmig sich ausbreitenden Muskeln endigen. Vorn erreichen sie im Ruhezustande die Spitze des Unterkiefers nicht ganz, bedecken aber dessen hinteren Teil von oben. Man unterscheidet an jedem Kieferfühler das Basalglied und das sich nach vorn anschliessende Hakenglied. Das Basalglied reicht von der Mitte des Rüssels bis zur Mitte des Schildes. Von seinem hinteren Ende gehen eine grössere Anzahl von Muskeln in Form eines Fächers aus und heften sich unter dem Rückenschilde an. Eine gelbliche chitinöse Scheide umgibt rings das Basalglied; dieselbe ist an ihrer Oberfläche an den Stellen, die nicht vom Schilde bedeckt werden, gekörnt. Im Querschnitt hat das Basal-

glied eine ovale Gestalt und besteht hauptsächlich aus Muskelbündeln, mit deren Hilfe die kräftigen Bewegungen der Hakenglieder zum Zwecke des Einbohrens in die Haut eines Wirtstieres ausgeführt werden können. Mit dem Basalgliede ist das Hakenglied gelenkig verbunden, das aus einem inneren und einem äusseren Schenkel besteht. Der innere Schenkel endigt mit einer nach aussen gebogenen Spitze und trägt in seiner Mitte an einem langen Stiele einen Zahn, der äussere Schenkel trägt an seiner Aussenseite vier nach hinten gerichtete Zähne, welche in der Richtung von vorn nach hinten gleichmässig an Grösse zunehmen. Der innere und der äussere Schenkel sind am Grunde fest mit einander verbunden und an der Innenseite von einer häutigen Hülle umgeben, in welche das Hakenglied zurückgezogen werden kann. Die Funktion der Kieferfühler besteht darin, dass sie sich mit Hilfe des Hakengliedes in die Haut eines Wirtstieres hineinbohren und auf diese Weise eine ausgiebigere Fixierung der Larve ermöglichen.

Die Kiefertaster oder Palpen sitzen zu jeder Seite des Unterkiefers, haben eine Länge von ca. 16 mm und bestehen aus vier Gliedern. Das erste Glied ist nur kurz, das zweite und dritte sind undeutlich von einander abgesetzt, das vierte ist klein und flach. Die Taster können zu jeder Seite des Unterkiefers so aneinander gelegt werden, dass sie den Unterkiefer und die Kieferfühler von oben her verdecken.

Der Rumpf besteht aus der äusseren Chitinhülle und den von ihr eingeschlossenen Organen. Die Chitinhülle hat eine gelbliche Farbe und setzt sich aus der, grosse und kernhaltige Zellen enthaltenden, Epidermis und der darüber gelegenen Chitinschicht zusammen. Die Rückenseite der vorderen Hälfte des Körpers ist mit einer verdickten Chitinschicht, dem sogenannten Schilde versehen, das sich deutlich durch seine gelbbräunliche Farbe von der Umgebung abhebt Der ganze Körper ist mit vereinzelten stachelförmigen Haaren bedeckt

Von inneren Organen haben wir bei der Larve nur den Verdauungsapparat und das Nervensystem zu unterscheiden. Der Verdauungskanal beginnt mit dem Schlunde, der nach vorn in den Unterkiefer übergeht. An den Schlund schliesst sich ein ziemlich weiter Magensack, von dem wieder nach allen Richtungen Blindschläuche ausstrahlen. Zwei davon laufen nach vorn und teilen sich jederseits wieder in einen vorderen, mittleren und hinteren Blindschlauch. Vier Blindschläuche zweigen sich von dem gemeinsamen Stamm ab und gehen nach hinten. Sobald die Blindschläuche den Rand des Körpers erreicht haben, biegen sie sich nach unten um und laufen in derselben Richtung, in der sie gekommen sind, zurück, um schliesslich blind zu endigen Man kann mithin an jedem Blindschlauch eine obere Lage, eine Umbiegungsstelle und eine untere Lage unterscheiden. Die Innenwand der Blindschläuche ist mit grossen einkernigen Endothelien ausgekleidet.

An den Magen schliesst sich ein kurzer Enddarm an, der am After nach aussen mündet. Der letztere stellt eine kreisförmige Öffnung von 0,05 mm Durchmesser dar und befindet sich ungefähr 0,11 mm vom hinteren Rande der Larve entfernt in der Mittellinie der Bauchseite. Neben dem Schlunde und Magensack liegen zu jeder Seite drei Speicheldrüsen, welche durch einen gemeinschaftlichen 0,006 mm dicken Ausführungsgang mit einander verbunden sind. Der letztere führt nach vorn in den Schlund. Die erste und zweite Drüse befinden sich in der Höhe des Hüftgelenkes des 2. bezw. 3 Beinpaares, die dritte Drüse hat hinter dem Hüftgelenk des dritten Beinpaares ihre Lage. Die erste und zweite Drüse setzen sich aus 2, die dritte Drüse aus 5—6 Lappen zusammen. Jeder Lappen enthält eine grössere Menge bläschenförmiger Gebilde.

In den Enddarm münden noch die Malpighischen Schläuche, Exkretionsorgane, die stets Harnkonkremente in grösserer Menge aufweisen. Letztere sind als kugelige doppelt konturierte Körperchen, die oft in grösserer Menge vor dem After liegen, zu erkennen. Zwischen den Blindschläuchen verlaufen endlich Muskelbündel, welche mit dem einen Ende am Rücken und mit dem anderen Ende am Bauche befestigt sind.

Das Nervensystem besteht aus einem über dem Schlunde befindlichen Schlundganglion, von dem nach allen Organen hin Nervenäste abgehen. Die Larve ist durch drei Beinpaare ausgezeichnet und unterscheidet sich dadurch äusserlich leicht von den anderen Entwicklungsstadien. Das erste Beinpaar ist durchschnittlich 0,70, das zweite 0,59 und das dritte 0,65 mm lang, so dass die Längen der drei Beinpaare ungefähr im Verhältnis von 7 : 6 : 6,5 stehen. Jede Gliedmaasse setzt sich aus sieben Gliedern zusammen. Die Hüften jeder Seite liegen dicht aneinander, diejenigen des ersten Beinpaares laufen am hinteren inneren Winkel in einen starken Dorn aus. Am letzten Gliede, dem Tarsalgliede, ist an einem zweigliedrigen Stiele das Krallenpaar mit der

Haftscheibe befestigt. Die Länge der Krallen beträgt am ersten Beinpaar 0,08 mm, an den übrigen Beinpaaren 0,064 mm. Das letzte Glied des ersten Beinpaares ist ausserdem noch mit einer pfannenförmigen Vertiefung ausgestattet, welche von einigen Autoren als Sitz des Gehörorganes gedeutet wird. Jederseits am Ende eines jeden Gliedes sitzt ein Haar.

b) Mit Blut gefüllte Larve.

Die mit Blut angefüllte Larve unterscheidet sich von der nüchteren Larve durch ihre Grösse und Gestalt. Sie hat eine Länge von ca. 1,25 mm und eine Breite von 0,8 mm. Infolge Anfüllung des ganzen Darmkanals ist der Höhendurchmesser grösser geworden und hat die nunmehr undurchsichtige Larve eine schwarzbraune Farbe angenommen.

c) Die Exuvie der Larve.

Die Exuvie der Larve, d. i. die Haut, welche die Larve nach ihrer Umwandlung in das Nymphenstadium zurückgelassen hat, stellt gewissermassen einen Abguss der vorherigen mit Blut angefüllten Larve dar. Sie lässt alle zum Chitinskelett gehörigen Körperteile, wie Mundwerkzeuge, Gliedmassen mit Krallen, Rücken- und Bauchdecken mit Haaren und den ringförmigen After genau erkennen. Vgl. Tafel I Fig. 4 und 5.

3. Nymphe. (Tafel II).

a) Im nüchternen Zustande.

Die Nymphen haben 4 Beinpaare und ein Tracheensystem; sie sind dadurch leicht von den Larven zu trennen. Die Länge der Nymphen beträgt durchschnittlich 1,3 mm und die Breite 0,74 mm, wobei natürlich zu beachten ist, dass die eben aus der Häutung hervorgegangenen Nymphen kleiner sind und allmählich auch im nüchternen Zustande an Grösse zunehmen. Man wird daher bei jungen Nymphen kleineren und bei älteren Nymphen etwas grösseren Maassen begegnen.

Das Rostrum ist durchschnittlich 0,44 mm lang. Der 0,22 mm lange Unterkiefer ist an seiner Spitze mit einer grösseren Anzahl kleiner Zähnchen versehen und trägt ausserdem 6 Längsreihen zu je 11 nach hinten gerichteten Zähnen. Die Kieferfühler sind 0,58 mm lang. Der äussere Schenkel trägt fünf von vorn nach hinten allmählich an Grösse zunehmende Haken. Der innere Schenkel gleicht dem der Larve und trägt 2 Fortsätze. Die Kiefertaster sind 0,3 mm lang.

Die Chitinhülle ist graubraun getüpfelt, die vordere Hälfte des Rückens trägt gleichfalls einen Schild. Durch die äussere Haut schimmern die noch vom Larvenstadium her wenig gefüllten Blindschläuche hindurch und täuschen dadurch eine eigenartige Streifung der Hülle vor. Vom hinteren Rande des Schildes ziehen divergent nach hinten zwei Leisten, die wahrscheinlich Muskelansätzen entsprechen. Eine ähnliche hinten offene Leiste umgibt den 0,09 mm im Durchmesser fassenden After. Blindschläuche, Speicheldrüsen und Exkretionsorgane wie bei der Larve.

Neu tritt bei den Nymphen zum ersten Male das Respirationssystem hinzu. Dieses besteht aus Tracheen, die sich vielfach verzweigen, um schliesslich alle Organe eng zu umspinnen. Die feineren Verzweigungen sammeln sich jederseits zu einem grösseren Stamm, der an der Bauchseite hinter dem letzten Beinpaare mit der sogenannten Stigmenplatte nach aussen mündet. Die Stigmenplatte, welche von ovaler Gestalt und 0,14 mm lang und 0,11 mm breit ist, besteht aus polygonalen Feldern und trägt im Zentrum die mit einer Klappe versehene Mündungsstelle des gemeinschaftlichen Tracheenstammes.

Endlich finden wir bei der Nymphe 4 Beinpaare, deren Form und Gliederung ganz den Gliedmassen der Larve entspricht. Ihre durchschnittliche Länge inkl. der Krallen beträgt beim

1.	Beinpaar	1,15 mm
2.	„	0,96 „
3.	„	1,03 „
4.	„	1,15 „

also ist auch hier wie bei der Larve das 2. Beinpaar am kürzesten. Die Krallen des ersten Beinpaares sind 0,15, die der übrigen Beinpaare 0,08 mm lang. Bei der Bewegung der Tiere werden die drei letzten Beinpaare zum Laufen benutzt, das vorderste dagegen stets frei in der Luft gehalten und zum Fühlen oder eventuellen schnellen Festklammern an ein vorbeikommendes Wirtstier benutzt.

b) Die mit Blut angefüllte Nymphe ist ca. 2 mm lang, 1,25 mm breit und von dunkelgrauer Farbe.

c) Exuvie der Nymphe analog der Larvenexuvie. Vgl. Tafel II Fig. 4.

4. Die geschlechtsreife weibliche Zecke. (Tafel III).

a) Im nüchternen Zustand.

Die geschlechtsreife ♀ Zecke kann von den übrigen Stadien leicht durch ihre rotbraune Farbe und durch ihre Grösse unterschieden werden. Sie hat eine Länge von 3—4 mm und eine Breite von 1,5—2,5 mm, wobei für die Grössenverhältnisse das bereits von der Nymphe gesagte in Betracht kommt. Zum ersten Male finden wir in diesem Stadium, wie schon der Name besagt, die vollentwickelten Geschlechtsorgane.

Das Rostrum hat eine Länge von 0,8—1,0 mm. Die Kieferfühler sind 1,5 mm lang, wovon 0,15 auf das Hakenglied kommen. Der innere Schenkel des Hakengliedes ist lang ausgezogen und besitzt 3 nach rückwärts gewendete Zähne, von denen sich zwei an der Spitze, der dritte in der Mitte an einem besonderen Stiele befinden. Der äussere Schenkel hat 6 von vorn nach hinten allmählich an Stärke zunehmende Zähne.

Der Unterkiefer ist an der Spitze mit zahlreichen nach hinten gerichteten Zähnen bedeckt. Ausserdem kann man an jeder Unterkieferhälfte noch drei Längsreihen von grösseren Zähnen erkennen, von denen die an jeder Seite liegenden, 13 an der Zahl, ungefähr in der Mitte des Unterkiefers am grössten sind und nach der Spitze wie nach der Basis desselben gleichmässig an Grösse abnehmen. Die Kiefertaster oder Palpen sind 0,7—0,8 mm lang von oben nach unten zusammengedrückt. Die untere Fläche ist etwas ausgehöhlt, auf ihr sind die Haare reihenweise angeordnet, während sie auf der oberen Fläche unregelmässig verstreut liegen. Zwischen den Basalgliedern der Kieferfühler und dem Grunde der Kiefertaster haben die geschlechtsreifen Zecken je eine kreisförmige stigmenartige Platte, wodurch sie sich stets von den Vorstadien unterscheiden. Der Schild hat eine gelbbraune Farbe und ovale Gestalt. Der vordere Rand ist abgestumpft, um die Basis des Rostrums aufzunehmen. Sein Längendurchmesser beträgt 1,5 mm und sein Querdurchmesser 1,4 mm, er erreicht mit seinem hinteren Rande ungefähr die Mitte der Rückenfläche. Der Schild sieht gleichmässig punktiert aus und trägt besonders an seinem Rande vereinzelte lange Haare.

Die spaltförmige ca. 0,24 mm lange Geschlechtsöffnung befindet sich zwischen den Enden der Hüften des 4. Beinpaares. Sie ist auch von einem Chitinringe umgeben. Von jeder Seite der Geschlechtsöffnung aus ziehen divergierend nach hinten bis zum Rande des Körpers zwei Leisten. Zwei kleinere Leisten laufen parallel vom hinteren Rande des Körpers und vereinigen sich ähnlich wie bei der Nymphe am vorderen Rande des Afters.

Von inneren Organen finden wir in derselben Weise, nur in etwas grösserem Masstabe den schon vorher besprochenen Verdauungsapparat, das Nervensystem, die weit verzweigten Tracheen mit den hinter den Hüften des vierten Beinpaares am Rande der Bauchseite befindlichen Stigmenplatten. Zum ersten Male treten in diesen Stadien voll entwickelte Geschlechtsorgane auf. Dieselben münden nach aussen in der schon vorher beschriebenen Geschlechtsöffnung. Von dieser kommt man durch einen etwas sackähnlichen Vorhof in einen gewundenen Kanal, in den jederseits eine kleine Drüse mündet. Die Scheide erweitert sich nach hinten zu einem ausgedehnten Sack, der dicht unter den Bauchdecken liegt und schliesslich in die Gebärmutter führt. Von der Gebärmutter entspringt dann zu jeder Seite ein dünner Ovarialschlauch.

Wie bei der Nymphe finden sich auch bei der geschlechtsreifen ♀ Zecke 4 Beinpaare, der Dorn am hinteren inneren Rande der ersten Hüfte ist sehr lang und reicht fast bis zur Mittellinie der Hüfte des zweiten Beinpaares hinüber. Die Länge der Gliedmassen, gemessen vom Anfang der Hüfte bis zum Ende der Krallen, stellt sich ungefähr folgendermassen:

1.	Beinpaar	3,2	mm
2.	„	2,4	„
3.	„	2,56	„
4.	„	3,2	„

Dies entspricht den Grössenverhältnissen der Gliedmassen der Nymphe, bei der auch das erste Beinpaar dieselbe Länge wie das vierte Beinpaar hatte, das zweite Beinpaar am kürzesten und

das dritte Beinpaar ein wenig länger als das zweite war. Die Krallen des ersten Beinpaares sind 0,27 mm, die der übrigen Beinpaare ungefähr 0,17 mm lang. Alle Gliedmassen sind mit einer grösseren Anzahl von Haaren besetzt.

b) Die mit Blut angefüllte weibliche Zecke.

Das befruchtete und mit Blut vollgesogene Weibchen erinnert in seiner Gestalt an ein Rizinuskorn, es erreicht eine Länge von ca. 10—15 mm und eine Höhe wie Breite von 5—8 mm. Die Farbe ist blau- oder aschgrau, manchmal ins bräunliche oder gelbliche spielend. Schild und Rostrum sind leuchtend dunkelbraun. In der Mitte des Bauches sieht man einen gelbweissen Fleck, welcher von einem fettähnlichen Körper, der dicht unter der Bauchdecke liegt und mit dem Darme in Verbindung zu stehen scheint, herrührt

Die Darmschläuche sind stark gefüllt und haben an einigen Stellen einen Durchmesser von 2—3 mm. Sie stellen nicht einen gleichmässig weiten Schlauch dar, sondern sind in bestimmten Zwischenräumen etwas eingezogen, wodurch ein poschenähnlicher Bau zustande kommt. Hierdurch wird eine leichtere und energische Kontraktion der Darmwandung und damit eine regere Bewegung des Darminhaltes ermöglicht. Die Länge eines einzelnen Blindschlauches von seiner Abgangsstelle vom Magensack an gerechnet beträgt 12—15 mm, die Länge des Magensackes 4 mm und die des Enddarmes 1 mm. Der Uterus, der prall mit Eiern gefüllt ist, nimmt zur Zeit, in der die Eier reif sind, eine Länge von 3—4 cm an und windet sich zwischen den Umbiegungsstellen der hinteren Blindschläuche hindurch. Die Speicheldrüsen, welche anfänglich grössere zusammenhängende Packete jederseits neben dem Schlunde bilden, werden mit zunehmender Reife der Eier immer kleiner, so dass sie schliesslich nur noch schwer nachzuweisen sind. Desgleichen wird auch der Darm allmählich kleiner, je mehr Inhalt von ihm zur Entwicklung der Eier gebraucht wird, so dass nach dem Legen aller Eier die Zecke wieder zusammenschrumpft und abstirbt.

5. Die männliche Zecke. (Tafel III.)

Die Männchen haben eine Länge von 2,5 mm und eine Breite von 1,25 mm. Der Körper ist oval platt, am hinteren Ende etwas breiter. Die Farbe ist dunkelbraunrot und die ganze Rückenfläche bis auf einen schmalen Saum mit einem Schilde bedeckt. Das Rostrum ist 0,5 bis 0,56 mm lang. Es unterscheidet sich von dem des Weibchens dadurch, dass die Zähne an der Bauchfläche zu einzelnen Leisten zurückgebildet sind (vgl. Tafel III, Fig. 4 und 6). Die Kieferfühler haben einen Länge von 0,75 mm, wovon 0,18 auf das Hakenglied kommen. Der innere Schenkel des Hakengliedes trägt drei Zähne, einen kleinen am vorderen Ende, einen stärkeren dicht daneben und einen schwachen an der Basis. Der äussere Schenkel hat an seiner Spitze vier sehr kleine Zähne, von denen der zweite ungefähr doppelt so gross wie jeder der übrigen drei ist, daran schliessen sich drei stärkere unregelmässig an Grösse zunehmende Zähne, wobei der letzte an der Basis befindliche Zahn eine bedeutende Stärke erreicht hat. Der Unterkiefer trägt auf jeder Seite eine Reihe seitlich abgehender Zähne, ca. 6—8 an der Zahl, die von vorn nach hinten an Grösse zunehmen.

Die Palpen sind kürzer und breiter als beim Weibchen, ihre durchschnittliche Länge beträgt 0,3—0,4 mm. Die spaltförmige ca. 0,24 mm lange Geschlechtsöffnung liegt zwischen den Hüften des dritten Beinpaares. Vor ihr befindet sich ein kleiner Schild, der Prägenitalschild. Die von jeder Seite der Geschlechtsöffnung nach dem hinteren Körperrande divergent verlaufenden Leisten setzen sich nach vorn um den Prägenitalschild in Form von Punkten fort und sind hinten jederseits durch eine Leiste mit der die Afteröffnung vorn umgebenden Leiste verbunden.

Die Männchen sind mit vier Beinpaaren versehen. Die Länge

des 1. Beinpaares beträgt 2,3 mm
„ 2. „ „ 1,7 „
„ 3. „ „ 1,7 „
„ 4. „ „ 2,3 „

also ungefähr dieselben Verhältnisse, wie beim Weibchen und bei der Nymphe. Auch hier ist wieder die Kralle des ersten Beinpaares fast doppelt so lang, wie die der übrigen drei Beinpaare, nämlich ca. 0,24 mm gegen 0,14 mm.

Sektion der Zecken.

Es erübrigt zum Schluss noch die Methode anzugeben, nach welcher man imstande ist, besonders bei den geschlechtsreifen Zecken, die einzelnen Organe für sich zu exenterieren, um sie für weitere Untersuchungen geeignet zu machen. Erst nach Erkenntnis des anatomischen Baues der Zecken und nach Erlangung einer geeigneten Sektionsmethode wird es möglich sein, die bis jetzt noch unbekannte Entwickelungsgeschichte der Parasiten im Zeckenleibe zu studieren.

Zum Zwecke der Sektion benutzt man Petrischalen, deren Boden etwa in einer $\frac{1}{2}$ cm dicken Schicht mit weissem bezw. schwarzem Wachs ausgegossen ist. Die Schale wird mit 0,8 % Kochsalzlösung gefüllt und auf das weisse Wachs die Zecke, die Bauchfläche nach unten, mit zwei feinen Präpariernadeln befestigt. Die Nadeln werden jederseits möglichst dicht am Rande durch die Zecke geführt. Darauf sticht man am hinteren Rande durch die Chitinhaut mit einem spitzen Scheerenschenkel ein Loch und führt den stumpfen Schenkel einer geknöpften Scheere durch das Loch. Man durchschneidet am Rande der Chitinhülle, schont aber am Kopfende den Schild, indem man mit der Scheere dicht hinter ihm vorbeigeht. Auf diese Weise wird die chitinöse Rückenfläche von der Bauchfläche getrennt. Man erfasst darauf mit einer feinen Pinzette den hinteren Rand der Rückendecke, zieht sie hoch, indem man alle Verbindungen, wie Muskeln, Tracheen, Nerven, mit einem Pinsel oder anderen stumpfen Gegenstand vorsichtig löst. Auf diese Weise gelingt die Entfernung der Rückendecke ohne grosse Schwierigkeit, wodurch nun die innere Einrichtung frei zutage tritt. Bei dieser Manipulation ist es natürlich unvermeidlich, dass hin und wieder eine Darmwand beschädigt wird und der Darminhalt hinausfliesst und sich über die anderen Organe ergiesst. Durch leichtes Abspülen gelingt es indessen, den abgeflossenen Darminhalt zu beseitigen und ein klares Gesichtsfeld herzustellen. Man kann jetzt alle Darmschläuche vorzüglich beobachten. Hinter dem ampullenartig erweiterten Magensack zweigt sich jederseits ein kleiner Stamm ab, von denen wieder je drei Blindschläuche abgehen, der erste nach vorn, der zweite umschlingt die am Stigma zusammenlaufenden grösseren Tracheenstämme, der dritte geht nach hinten. Kurz nachdem die beiden vorderen Blindschläuche mit den 3 Nebenästen abgegeben sind, teilen sich wieder 4 hintere Blindschläuche ab, durch deren Umbiegungsstellen der mit Eiern gefüllte Uterus gut zu sehen ist. Man kann nun, nachdem die meist in der Tiefe liegenden unteren Lagen der Blindschläuche vorsichtig herausgezogen worden sind, den ganzen Verdauungstraktus im Zusammenhange herauslösen oder einzelne Teile abschneiden. Hierbei müssen gleichzeitig die sich überall hin erstreckenden Malpighischen Schläuche entfernt werden. Darauf entfernt man den Uterus und sucht nun die Speicheldrüsen auf, indem man mit einer stumpfen Pinzette die jederseits vom Rostrum liegenden Gebilde erfasst. Man muss sie natürlich stets sofort auf einen Objektträger bringen, um sich unter dem Mikroskop bei schwacher Vergrösserung zu vergewissern, dass man tatsächlich Speicheldrüsen vor sich hat. Dieselben sind besonders an den bläschenförmigen Gebilden, die mit Ausführungsgängen in Verbindung stehen, erkenntlich. Es bleiben nur noch die Geschlechtsorgane mit Ausnahme des Uterus übrig, die nunmehr behandelt werden können.

Die Untersuchung der exenterierten Teile geschieht dann frisch oder in gefärbtem Zustande, nachdem die verschiedensten Fixierungsmethoden benutzt worden sind.

B. Versuche, die Hämoglobinurie durch Zecken zu übertragen.

Es wurde versucht, die Krankheit zu erzeugen erstens durch Larven, Nymphen und geschlechtsreife Zecken, die im Gras und im Buschwerk verseuchter Waldweiden gesammelt waren, und zweitens durch Zecken, die im Laboratorium gezüchtet waren.

Verschiedene Versuche, Rinder durch Ansetzen von Zecken, die auf verseuchten Weiden gesammelt waren, zu infizieren, gelangen nicht. Dieses negative Ergebnis ist verständlich, wenn man bedenkt, dass man es bei solchen Versuchen immer nur mit einer verhältnismässig kleinen Anzahl von Zecken zu tun hat, einer Anzahl, die jedenfalls weit zurückbleibt hinter der Zahl der Zecken, die sich einem Rind während des Weideganges anheften. Es könnte nur als ein glücklicher Zufall bezeichnet werden,

wenn unter der kleinen Anzahl der auf der Weide gesammelten Zecken sich gerade infizierte befinden würden; denn in den meisten Fällen dürfte doch nur der kleinste Teil der auf einer verseuchten Weide befindlichen Zecken den Krankheitskeim in sich tragen.

Mehr Aussicht auf Erfolg bot die von Smith und Kilborne zuerst befolgte Versuchsanordnung, dass man Zecken von kranken Rindern sammelte, im Laboratorium weiter züchtete, und ihre Nachkommen auf gesunde Rinder setzte. Hierbei arbeitet man mit einem Infektionsmaterial, dessen Herkunft genau bekannt ist.

Bei Rhipicephalus annulatus sind es, wie Smith und Kilborne sowie Koch und Lignières nachgewiesen haben, die Larven, welche die Krankheit übertragen. Die Nymphen und die geschlechtsreifen Weibchen kommen bei dieser Zeckenart als Krankheitsüberträger kaum in Betracht, da Rhipicephalus annulatus den ganzen Entwickelungsgang auf dem Rinde durchmacht, ohne bei der Häutung dieses Wirtstier zu verlassen. Anders liegen die Verhältnisse bei Ixodes reduvius, der, wie wir gesehen haben, dreimal in vollgesogenem Zustande, nämlich als Larve, als Nymphe und als geschlechtsreifes Tier, seinen Wirt verlässt und daher unter Umständen in jedem der drei Stadien auf einem anderen Tier derselben oder verschiedener Art schmarotzt. Dieser viel kompliziertere Entwickelungsgang bedingt auch viel mannigfachere Infektionsmöglichkeiten. Es galt durch Versuche zu entscheiden, ob Ixodes reduvius in allen drei Stadien oder nur in einem derselben die Krankheit übertragen kann.

Zunächst wurden Versuche mit Larven angestellt.

Am 30. und 31. Mai 1901 wurden im Bezirk Wolfach im badischen Schwarzwald und gleichzeitig auch im Netzebruch bei Landsberg a. W., ferner am 6. und 9. Juni 1901 zu Varchentin in Mecklenburg-Schwerin vollgesogene geschlechtsreife Zecken an hämoglobinuriekranken Rindern gesammelt. Sie wurden nach Berlin gebracht und in Terrarien gesetzt, wo sie ihre Eier ablegten. Am 21. Juli beziehungsweise 1. August wurden die ersten Larven in den Terrarien gefunden. Mit diesen Larven wurden folgende Übertragungsversuche angestellt:

Larven-Versuch 1.

Vom 23. Juli 1901 bis 13. August 1901 wurden einer Kuh täglich einige hundert bis einige tausend Larven angesetzt.

Datum	Körpertemperatur			Parasitenbefund	Zahl der roten Blutkörperchen
	Morgens	Mittags	Abends		
18. 8.	38,2	38,1	38,5	Keine Parasiten.	7000000
19. 8.	39,0	38,5	39,4	„ „	
20. 8.	39,8	39,7	40,4	In geringer Anzahl Parasiten. Kein Eiweiss im Urin.	6000000
81. 2.	38,9	38,3	39,1	In geringer Anzahl Parasiten.	—
22. 8.	38,8	40,1	40,5	Parasiten etwas zahlreicher. Spur Hämoglobin im Urin.	5800000

Datum	Körpertemperatur			Parasitenbefund	Zahl der roten Blutkörperchen
	Morgens	Mittags	Abends		
23 8.	39,9	40,8	41,0	Parasiten zahlreich. Hämoglobinurie.	—
24. 8.	38,2	38,3	39,4	Parasiten zahlreich. Hämoglobinurie.	—
25. 8.	37,9	38,2	38,7	Parasiten zahlreich. Hämoglobinurie.	—
26. 8.	38,3	38,3	38,5	Ziemlich zahlreich Parasiten. Hämoglobinurie.	—
27. 8.	38,6	39,0	38,8	Ziemlich zahlreich Parasiten. Hämoglobin nur noch spektroskopisch im Urin nachweisbar.	3360000
28. 8.	38,4	38,3	38,3	Ziemlich zahlreich Parasiten. Kein Hämoglobin mehr im Urin, aber noch ziemlich reichlich Eiweiss.	—
29. 8.	38,1	—	38,3	In geringer Anzahl Parasiten. Eiweiss im Urin.	—
30. 8.	38,4	—	38,4	Nur noch vereinzelt Parasiten. Zahlreiche polychromatophile und getüpfelte, in geringer Anzahl auch kernhaltige Blutkörperchen. Kein Eiweiss mehr.	—
31. 8.	38,3	—	38,2	Keine Parasiten mehr. Blutbefund wie am vorhergehenden Tag.	—
1. 9.	38,3	—	38,4	Desgl.	—
2. 9.	38,2	—	38,3	Desgl.	—
3. 9.	38,4	—	38,3	Desgl.	4168000

Larven-Versuch 2.

Vom 30. Juli 1901 bis 13. August 1901 wurden einer Kuh täglich einige tausend Larven angesetzt.

Datum	Körpertemperatur			Parasitenbefund
	Morgens	Mittags	Abends	
17. 8.	38,4	38,3	38,5	Keine Parasiten
18. 8.	39,3	39,6	40,6	Keine Parasiten
19. 8.	38,9	39,6	40,6	Vereinzelt Parasiten.
20. 8.	40,5	39,7	39,8	Vereinzelt Parasiten.
21. 8.	38,2	38,1	38,1	Parasiten ziemlich zahlreich.

Temperatur

Larvenversuch 1.

Temperatur

Larvenversuch 2.

Datum	Körpertemperatur			Parasitenbefund
	Morgens	Mittags	Abends	
22. 8.	38,2	38,4	38,3	In geringer Anzahl Parasiten.
23. 8.	38,1	38,8	39,2	Desgl.
24. 8.	38,0	38,2	38,1	Desgl.
25. 8.	37,9	38,0	38,4	Desgl.
26. 8.	38,1	38,0	38,1	Vereinzelt Parasiten.
27. 8.	37,9	38,0	38,2	Desgl.
28. 8.	38,0	—	38,1	Keine Parasiten mehr. Keine Blutveränderungen.

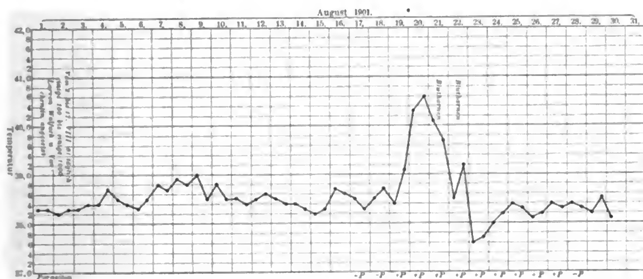
Larven-Versuch 3.

Vom 2. August 1901 bis 17. August 1901 wurden einer Kuh täglich einige hundert bis einige tausend Larven angesetzt.

Datum	Körpertemperatur			Parasitenbefund	Zahl der roten Blutkörperchen
	Morgens	Mittags	Abends		
18. 8.	38,5	38,5	38,7	Keine Parasiten.	6400000
19. 8.[1]	38,4	38,7	39,1	In geringer Anzahl Parasiten.	
20. 8.	40,3	40,6	40,6	Ziemlich reichlich Parasiten.	6000000
21. 8.	40,1	39,7	39,7	Parasiten zahlreich. Hämoglobinurie.	
22. 8.	38,5	38,3	39,2	Desgl.	5900000
23. 8.	37,6	37,6	37,7	Die Zahl der Parasiten hat abgenommen. Keine Hämoglobinurie mehr.	3840000
24. 8.	38,0	37,9	38,2	Vereinzelte Parasiten.	
25. 8.	38,4	38,0	38,3	Vereinzelte Parasiten	—
26. 8.	38,1	38,2	38,2	Vereinzelte Parasiten. Polychromatische Blutkörperchen und Megalocyten; viele der letzteren sind getüpfelt und enthalten Kernreste.	—
27. 8.	38,4	38,1	38,3	Vereinzelte Parasiten. Zahlreich polychromatophile, getüpfelte und Kernreste enthaltende rote Blutkörperchen.	1600000

[1]) Stall wird geheizt.

Datum	Körpertemperatur Morgens	Mittags	Abends	Parasitenbefund	Zahl der roten Blutkörperchen
28. 8.	38,4	38,2	38,3	Keine Parasiten mehr. Blutbefund wie am Tage vorher.	—
29. 8.	38,2	—	38,5	Keine Parasiten mehr. In geringer Anzahl getüpfelte Blutkörperchen.	—
30. 8.	38,1	—	38,3	Desgl	



Larvenversuch 3.

Larven-Versuch 4.

Am 10. 8. 01 und 11. 8 01 wurden einer Kuh je einige 1000 Larven angesetzt.

17. 8.	38,8	—	38,9	Keine Parasiten.	—
18. 8.	38,8	—	39,1	Vereinzelte Parasiten.	—
19. 8.	40,2	39,8	40,1	Zahlreich Parasiten.	—
20. 8.	41,0	40,3	40,8	Sehr zahlreiche Parasiten. Hämoglobinurie.	—
21. 8.	40,5	40,4	40,3	Sehr zahlreiche Parasiten. Hämoglobinurie. Tier liegt viel und stöhnt.	—
22 8.	39,5	39,8	40,4	Desgl. Tier frisst nicht.	—
23. 8.	39,8	39,1	39,8	Zahlreiche Parasiten. Hämoglobinurie. Tier frisst und sauft nicht, ist sehr matt. Schleimhaut von blassgelber Farbe.	2500000

Datum	Körpertemperatur			Parasitenbefund	Zahl der roten Blutkörperchen
	Morgens	Mittags	Abends		
24. 8	39,8	38,3	38,8	In geringer Anzahl Parasiten. Hämoglobinurie.	1500000
25. 8.	38,8	38,5	38,4	Vereinzelte Parasiten. Keine Hämoglobinurie mehr. Tier frisst wieder.	—
26. 8.	39,0	39,0	39,1	Keine Parasiten mehr.	—

Larven-Versuch 5.

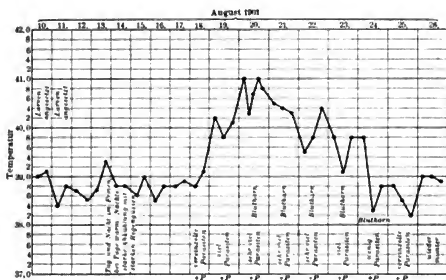
Vom 4. 9. 01 bis 7. 9. 01 wurden einer Kuh täglich einige 100 Larven angesetzt.

11. 9.	38,6	38,3	38,3	Keine Parasiten	—
12. 9	38,5	38,5	38,5	In geringer Anzahl Parasiten	—
13. 9.	39,1	38,6	38,3	Parasiten ziemlich zahlreich. Kein Eiweiss im Urin.	7424000
14. 9	38,5	38,5	38,6	Parasiten ziemlich zahlreich. Kein Eiweiss.	—
15. 9.	38,5	38,5	38,5	Desgl.	—
16. 9	38,6	38,3	38,5	Desgl.	—
17. 9	38,4	38,5	38,5	Vereinzelte Parasiten. Kein Eiweiss.	—
18. 9	38,4	38,5	38,6	Keine Parasiten mehr. In geringer Anzahl getüpfelte rote Blutkörperchen und Blutkörperchen mit Kernresten	—
19. 9	38,6	38,6	38,6	—	6424000

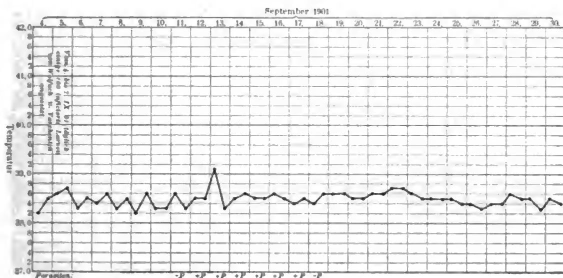
Larven-Versuch 6.

Am 10. 6 02 wurden einer Kuh mehrere Tausend infizierte Larven derselben Herkunft wie diejenigen der Versuche 1—3 und 5 angesetzt.
Die Zecken hatten im Freien im Terrarium überwintert

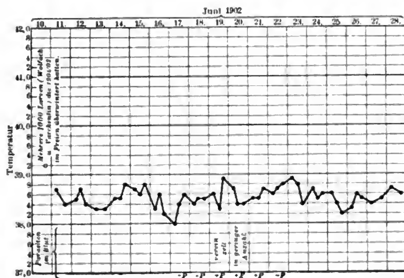
Datum	Körpertemperatur			Parasitenbefund
	Morgens	Mittags	Abends	
18. 6	38,4	38,5	38,5	Keine Parasiten.
19. 6.	38,6	38,3	38,9	Vereinzelte Parasiten.
20. 6.	38,7	38,4	38,4	In geringer Anzahl Parasiten.
21. 6	38,5	38,5	38,7	Desgl.
22. 6	38,6	38,7	38,8	Keine Parasiten mehr.



Larvenversuch 4.



Larvenversuch 5.



Larvenversuch 6.

Es gelang also in den eben beschriebenen sechs Fällen durch im Larvenstadium befindliche Nachkommen von geschlechtsreifen Zecken, die sich auf kranken Rindern vollgesogen hatten, die Krankheit zu übertragen.

Besonders interessant ist der Versuch 6. Die Larven, welche am 10. Juni 1902 eine Kuh infizierten, stammten von geschlechtsreifen Zecken, die im Mai und Juni 1901 gesammelt waren und im Freien überwintert hatten. Der Versuch zeigt, dass die Larven, einmal infiziert, ihre Infektionsfähigkeit beibehalten können und selbst beim Überwintern nicht einbüssen.

Es ist also erklärlich, dass die Rinder sich oft bereits beim ersten Austrieb infizieren; denn gleich zu Beginn des Frühjahres können überwinterte infizierte Zecken auf den Weiden vorhanden sein.

Aus den Versuchen 4, 5 und 6 sowie aus dem unten als Nr. 7 beschriebenen Übertragungsversuch durch Nymphen geht hervor, dass bei der Übertragung der Hämoglobinurie durch Zecken vom Ansetzen der Zecken bis zum Erscheinen der ersten Parasiten im Blute acht Tage vergehen. Dem scheint allerdings das Ergebnis der drei ersten Übertragungsversuche zu widersprechen.

Bei Versuch 1 wurden nämlich vom 23. Juli 1901 ab, bei Versuch 2 vom 30. Juli 1901 ab, bei Versuch 3 vom 2. August 1901 ab täglich Larven angesetzt, die derselben Herkunft waren, wie die Larven in den zeitlich später angestellten Versuchen 5 und 6. Die ersten Parasiten zeigten sich bei den Versuchen 1—3, obwohl mit dem Ansetzen der Zecken im Versuch 1 und 2 zehn bezw. vier Tage früher begonnen wurde als bei Versuch 3, so ziemlich zu demselben Zeitpunkte, nämlich erst am 19. bezw. 20. August 1901, also im Versuch 1: volle vier Wochen, im Versuch 2: 20 Tage, im Versuch 3: 17 Tage nach Ansetzen der ersten Larven. Nimmt man acht Tage Inkubationszeit bis zum ersten Erscheinen der Parasiten an, so wäre in diesen drei ersten Versuchen die Infektion erst am 11. bezw. 12. August 1901 erfolgt und man müsste daher annehmen, dass die vor diesem Datum angesetzten Zecken, obwohl sie anbissen und Blut saugten, nicht imstande waren, zu infizieren.

Für diese Tatsache sind zwei Erklärungen möglich. Entweder waren die vom 23. Juli bis 11. August angesetzten Larven überhaupt nicht infiziert, oder sie beherbergten zwar in ihrem Körper den Krankheitskeim, dieser hatte aber seinen bis jetzt unbekannten Entwickelungsgang noch nicht bis zu dem Punkte vollendet, dass das ebenfalls noch unbekannte Endprodukt dieser Entwickelung mit dem Sekret der Speicheldrüsen entleert werden konnte.

Diese zweite Erklärung scheint uns wahrscheinlicher zu sein. Ist sie richtig, so muss man annehmen, dass der Krankheitskeim nicht in Form von Sporozöiten in die Eier übergeht, sondern seinen Entwickelungsgang erst in der Larve, nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei, vollendet. Dazu würde er eine bestimmte Zeit, nämlich etwa drei Wochen brauchen (21. Juli Ausschlüpfen der ersten Larven, 11. August die ersten infektionsfähigen Larven). Es wäre dies vergleichbar der Entwickelung der Malaria-Parasiten im Mückenkörper[1]) vom Ookineten zum Sporozöiten.

[1]) Dieser verläuft bekanntlich in der Weise, dass die mit dem Blute kranker Menschen aufgenommenen weiblichen Geschlechtsformen der Malariaparasiten (Makrogameten) sich im Innern

Hätte man in den Versuchen 1, 2 und 3 vor dem 10. oder 11. August mit dem Ansetzen der Zecken aufgehört, so wären die Versuche möglicherweise negativ ausgefallen. In der Tat war dies bei einem weiteren, dem einzigen negativen Übertragungsversuch durch Larven der Fall. Larven derselben Herkunft, wie diejenigen, die in Versuch 4 am 10. August eine Kuh infizierten, waren bereits am 26. Juli in einer Zahl von ca. 5000 auf eine Kuh gebracht worden und hatten sich auch mit Blut vollgesogen, sie waren aber nicht imstande gewesen, die Kuh zu infizieren.

Ebenso waren auch in den ergebnislosen Versuchen von Kossel und Weber[2]), die Hämoglobinurie durch finnische Zecken zu übertragen, die Larven alsbald nach dem Ausschlüpfen angesetzt worden.

Alle diese Beobachtungen würden sich zwanglos erklären lassen, wenn man annimmt, dass die Drüsen der Zeckenlarven die Keime erst enthalten, wenn ein gewisser Zeitraum seit dem Ausschlüpfen der Larven aus dem Ei verstrichen ist.

Vom klinischen Standpunkt aus ist es interessant, dass bei den sechs positiven Versuchen die Krankheit in der verschiedensten Form und Schwere auftrat. Bei Versuch 6 war das Erscheinen der Parasiten im Blute mit keiner, bei Versuch 5 nur mit ganz geringer, vorübergehender Temperatursteigerung verbunden, bei Versuch 2 riefen die Parasiten Fieber aber keine Hämoglobinurie hervor, bei Versuch 1, 3 und 4 trat auch Hämoglobinurie auf.

Manche epidemiologischen Erfahrungen sprechen, wie oben erwähnt, dafür, dass die verschiedenen Grade der Krankheit zum Teil wenigstens durch äussere Einflüsse bedingt sind. Unsere Versuche scheinen diese Anschauung zu bestätigen. Bei Versuch 1, 2 und 3 wurde nämlich der Stall vom 19. August ab geheizt. Die Temperatur des Stalles stieg bis auf 30° C, die Luft war mit Wasserdampf gesättigt.

Bei den Tieren des Versuchs 2 und 3 wurden am 19. August morgens, bevor der Stall geheizt war, bereits Parasiten im Blute gefunden. Davon dass die hohe Aussentemperatur die Krankheit erst zum Ausbruch brachte, kann bei diesen Tieren also nicht die Rede sein, wohl aber kann sie auf die Schwere des Krankheitsverlaufes eingewirkt haben. Denn von den drei Tieren der Versuche 1, 2 und 3 erkrankten, wie die Tabelle zeigt, zwei (1 und 3) sehr schwer. Ebenfalls schwer erkrankte die Kuh des Versuches 4, die, um den Einfluss des Witterungswechsels zu untersuchen, Tag und Nacht im Freien blieb. Dagegen waren in den beiden leichten, ohne Fieber verlaufenen Fällen 5 und 6 die Zecken bei gleichmässig kühler, den Ausbruch der Hämoglobinurie erfahrungsgemäss nicht begünstigender Witterung auf Kühe gesetzt, welche in einem nicht geheizten Stall standen und besonderen Schädlichkeiten nicht ausgesetzt waren.

---

des Magens, nach eingetretener Befruchtung durch die Mikrogameten, zu Ookineten umbilden, dass diese Ookineten in die Magenwand eindringen und sich in Oocysten verwandeln, in denen sich die Sporozoiten entwickeln. Die Sporozoiten wandern in die Giftdrüsen der Mücken, aus denen sie mit dem Sekret entleert werden, sobald die Mücke sticht. Diese Sporozoiten können sich, wenn die Mücke einen empfänglichen Menschen gestochen hat, in dessen Körper entwickeln, und die Folge ist das Auftreten der Fieberanfälle.

[2]) l. c.

Die oben erwähnten epidemiologischen Erfahrungen bezüglich des Einflusses meteorologischer Faktoren scheinen also in den vorliegenden Versuchsergebnissen eine Bestätigung zu erfahren.

Nachdem durch die oben beschriebenen Versuche bewiesen war, dass Larven aus Eiern von Zecken, die auf kranken Rindern Blut gesogen haben, die Krankheit übertragen können, war noch zu untersuchen, ob auch die Nymphen und die geschlechtsreifen Zecken, nachdem sie als Larven bezw. Nymphen auf einem kranken Rinde gesessen haben, als Krankheitsüberträger dienen können.

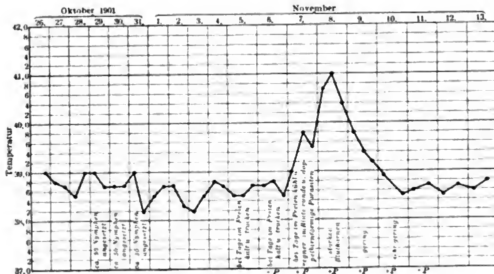
Bis jetzt liegt nur ein Versuch (Nr. 7) vor, der dahin gedeutet werden muss, dass Ixodes reduvius auch im Nymphenstadium die Krankheit übertragen kann.

Nymphen-Versuch 7.

Am 29. 10. werden ca. 50 }
„ 30. 10. „ „ 50 } Nymphen,
„ 31. 10. „ „ 30 }

die als Larven auf einer hämoglobinuriekranken Kuh gesessen hatten, auf eine Kuh gebracht.

Datum	Körpertemperatur			Parasitenbefund
	Morgens	Mittags	Abends	
6. 11.	38,7	38,8	38,5	Keine Parasiten.
7. 11.	39,0	39,8	39,5	Ziemlich zahlreiche Parasiten.
8. 11.	40,7	41,0	40,4	Zahlreiche Parasiten. Hämoglobinurie.
9. 11.	39,8	39,4	39,2	In geringer Anzahl Parasiten.
10. 11.	38,9	—	38,5	Vereinzelte Parasiten.
11. 11.	38,6	—	38,7	Keine Parasiten mehr.



Die zu Versuch 7 verwandten Nymphen waren durch Häutung hervorgegangen aus Larven derselben Herkunft, wie diejenigen, welche in Versuch 4 sich als infektionsfähig erwiesen hatten. Sie hatten sich als Larven mit dem Blut einer kranken Kuh vollgesogen, in welchem die Parasiten der Hämoglobinurie nachweisbar waren.

Es ist nun allerdings die Frage, ob der Ansteckungskeim in dem vorliegenden Fall von dem Ei her über das Larvenstadium hinaus noch erhalten geblieben war, oder ob eine neue Infektion der Larve nach Aufnahme der Parasiten mit dem Blute der kranken Kuh zustande gekommen war[1]).

Eine Entscheidung dieser Frage wäre dadurch herbeizuführen, dass man erstens im Laboratorium gezüchtete nicht infizierte Larven sich mit parasitenhaltigem Blut auf einem kranken Tiere vollsaugen lässt, und dann die aus diesen Larven durch Häutung hervorgehenden Nymphen auf ihre Infektionsfähigkeit prüft. Mit derartigen Versuchen sind wir noch beschäftigt.

Zweitens wäre dann noch festzustellen, ob Nymphen die Krankheit erzeugen können, welche als Larven infektionstüchtig waren, aber im Larvenstadium das Blut eines gesunden Rindes oder einer anderen für Hämoglobinurie nicht empfänglichen Tierart aufgenommen haben. Wäre dieses letztere der Fall, so könnten infektionsfähige Zecken durch andere Tiere z. B. durch Wild und durch Hunde weiter verschleppt werden. Es kann folgende Möglichkeit eintreten: Infizierte Larven beissen sich auf einem Individuum einer für Hämoglobinurie nicht empfänglichen Tierart fest, werden von diesem in andere Gegenden verschleppt, wo sie in vollgesogenem Zustande abfallen. Die aus den vollgesogenen Larven ausschlüpfenden Nymphen begeben sich auf Rinder. Sind diese Nymphen noch imstande die Rinder zu infizieren oder haben die Nymphen die Infektionsfähigkeit, welche der Larve innewohnte, verloren? Nach dieser Richtung hin liegt bis jetzt folgender Versuch vor.

Einige Tausend Larven derselben Abstammung wie diejenigen, die in den Versuchen 1, 2, 3 und 5, sowie nach dem Überwintern in Versuch 6 sich als infektionsfähig erwiesen hatten, wurden vom 24. bis 27. August 1901 auf Meerschweinchen gebracht, auf denen sie sich vollsogen. Mitte Oktober begannen aus den vollgesogenen Larven die Nymphen auszuschlüpfen. Nachdem sie 1901/02 im Freien überwintert hatten, wurden sie am 31. Mai 1902 auf eine Kuh gesetzt; sie bissen an, die Kuh blieb jedoch gesund.

Wenn auch dieser Versuch als einzelner noch nicht entscheidend ist, so scheint es doch, als ob die Infektionsfähigkeit von der Larve auf die Nymphe nicht überzugehen braucht, wenn die Larve sich auf einem gesunden Tier vollgesogen hatte.

[1]) Ein zweiter Versuch fiel negativ aus. Von der zum Larvenversuch 3 benutzten Kuh wurden in den ersten Tagen der Erkrankung, als noch wenige Parasiten im Blute nachweisbar waren, Larven abgenommen. Sie entwickelten sich zu Nymphen, überwinterten 1901/02 und wurden am 25. 7. 02 einer Kuh angesetzt. Die Kuh blieb gesund. Es wäre möglich, dass die für die Zecken bestimmte Entwickelungsform der Parasiten erst in einem späteren Krankheitsstadium sich im Blute findet, wie dies bei der Malaria der Fall ist, und dass daher die Nymphen keine entwickelungsfähigen Keime aufgenommen hatten. Möglich ist auch, dass die Ansteckungsfähigkeit der Nymphen in den 11 Monaten bis zum Ansetzen an die Kuh verloren gegangen war.

Eine Wiederholung dieser Versuche ist beabsichtigt, da sie uns von wissenschaftlichem Interesse zu sein scheinen.

Was die praktische Seite, das seuchenhafte Auftreten der Hämoglobinurie auf Waldweiden betrifft, so dürften allerdings unserer Ansicht nach hauptsächlich die Larven in Betracht kommen. Liefert doch eine einzige mit parasitenhaltigem Blute vollgesogene geschlechtsreife Zecke in Gestalt ihrer Nachkommen, der Larven, hunderte ja vielleicht tausende von Infektionsträgern; aus einer mit parasitenhaltigem Blute vollgesogenen Larve oder Nymphe kann aber immer nur eine infektionsfähige Nymphe bezw. geschlechtsreife Zecke hervorgehen.

VIII. Bekämpfung der Krankheit.

A. Die Behandlung der Hämoglobinurie.

Ein spezifisch wirksames Mittel, wie wir es im Chinin zur Behandlung der Malaria besitzen, gibt es bei der Hämoglobinurie zur Zeit nicht. von Hellens[1]) will zwar auch bei der Hämoglobinurie der Rinder mit einmaligen oder wiederholten Dosen Chinin von 20—25 gr per os günstige Resultate erzielt haben. Von anderer Seite z. B. von Kragerüd[2]) wurden jedoch weniger gute Erfahrungen mit dieser Behandlungsmethode gemacht.

Wir selbst hatten Gelegenheit, Rinder zu untersuchen, die trotz grosser intravenös beigebrachter Dosen von Chinin gefallen waren. In ihrem Blute fanden sich Parasiten in grosser Menge und in denselben wohlausgebildeten Formen, wie bei nicht mit Chinin behandelten Tieren, so dass wir den Eindruck bekamen, dass das Chinin auf die Parasiten der Hämoglobinurie keine Einwirkung hat.

Eine günstige Beeinflussung des Krankheitsverlaufs ist nach unseren Erfahrungen nur möglich, wenn die Tiere unter gute Pflege gestellt werden. Bei Erkennung der ersten Krankheitszeichen empfiehlt es sich daher, die Tiere sofort von der Weide wegzunehmen und in einem möglichst luftigen und kühlen Stalle unterzubringen. Es hat sich in der Praxis wiederholt gezeigt, dass die Tiere unter diesen Bedingungen die Krankheit viel leichter überstehen. Temperaturwechsel und Unbilden der Witterung, denen die Tiere auf der Weide ausgesetzt sind, scheinen auf den Verlauf der Krankheit von ungünstigem Einfluss zu sein, ebenso wie sie auch den Ausbruch derselben veranlassen können.

Im übrigen ist die Behandlung eine symptomatische. Bei grosser Schwäche ist der Kräftezustand durch Analeptika zu heben; so sollen intravenöse Kampferinjektionen sehr günstig wirken. Ferner ist gegen die bei der Krankheit gewöhnlich auftretenden Magendarmerscheinungen therapeutisch einzuschreiten.

Kragerüd hat in seiner Praxis mit folgender Behandlung den besten Erfolg (c. 90% geheilte Fälle) gehabt. Die Tiere werden mit Bürste und kaltem Salzwasser gereinigt; dies wirkt nach Kragerüd allgemein erregend und belebend auf das Tier, ferner sollen durch das Salzwasser alle Zecken entfernt werden. Auch von anderer

[1]) Chinin sasom medel emot hemoglobinurie hos notkreatur Wiborg N. A. Zilliacus' tryckeri 1898.

[2]) l. c.

Seite wurde uns mitgeteilt, dass kalte Übergiessungen und Einpackungen einen günstigen Einfluss auf den Krankheitsverlauf ausüben.

Nach der Reinigung der Tiere gibt Kragerüd intravenös 100—150 gr einer 1 prozentigen wässerigen Lösung von Formalin oder Argentum colloidale und hiernach stündlich per os einen Esslöffel einer Mischung von Acidum carbolicum und Lysol ana 10 und Spiritus frumenti 100 in einem halben Liter Wasser, bis der Harn klar ist. Bei Diarrhoe wird Eisen gegeben, bei Verstopfung Oleum lini. Ist die Krankheit schon weiter vorgeschritten und starke Anämie vorhanden, so ist eine intravenöse Injektion von 1—2 Liter physiologischer Kochsalzlösung zu machen. Bestehen Schwierigkeiten bei der Entleerung des Harns, so leistet eine Blasenausspülung mit Kochsalzlösung nach Kragerüd gute Dienste.

Sehr häufig wird in den Gegenden, in denen die Krankheit seit langer Zeit heimisch ist, überhaupt kein Tierarzt mehr zugezogen. Die Leute behandeln ihre Tiere selbst mit Hausmitteln, deren Bereitungsvorschriften sich von einer Generation auf die andere vererben. Häufig sind es die Förster, welche die wirksamsten derartigen Tränke zu bereiten verstehen.

Da die Krankheit trotz aller Sorgfalt bei der Pflege und Behandlung oft tödlich verläuft, so richteten wir unser Augenmerk in erster Linie auf die Bekämpfung der Krankheit durch vorbeugende Massnahmen.

B. Vorbeugende Massnahmen.

Für die Bekämpfung der Krankheit durch vorbeugende Massnahmen liegen drei verschiedene Möglichkeiten vor. Zu einer Ausrottung der Seuche würde man gelangen können durch eine Vernichtung des Ansteckungskeimes oder durch die Vertilgung des Zwischenwirtes, beides Wege, welche im Kampf gegen die Malaria des Menschen beschritten werden. Die dritte Möglichkeit der Bekämpfung liegt in der Schutzimpfung. Durch diese würde allerdings zunächst eine Ausrottung der Seuche nicht zu erwarten sein, so lange nämlich als Impfstoff nur Material zur Verfügung steht, welches den Krankheitskeim in lebendem Zustande enthält. Denn man darf nicht vergessen, dass auf diese Weise schutzgeimpfte Tiere den Ansteckungsstoff auf Zecken übertragen können. Aber Verluste an Tieren würden durch eine erfolgreiche Schutzimpfung vermieden werden können.

Was den zuerst genannten Weg zur Tilgung der Krankheit durch Vernichtung des Ansteckungsstoffes betrifft, so sind wir bei der Hämoglobinurie der Rinder nicht in der glücklichen Lage, wie bei der Malaria des Menschen. Gegen die letztere besitzen wir in dem Chinin ein Mittel, welches bei geeigneter Anwendung die Malariaparasiten im Körper des Menschen abtötet. Allerdings ist das Chinin, wie oben erwähnt, auch als Heilmittel der Hämoglobinurie von Hellens empfohlen worden. Aber über die Wirksamkeit des Mittels beim kranken Rinde liegen ausgedehntere Erfahrungen noch nicht vor und namentlich müsste zunächst noch nachgewiesen werden, dass es als Prophylaktikum verwendbar ist. Auf alle Fälle würde aber die Ausrottung der Parasiten mittels des Chinins nach dem Beispiel der Malariabekämpfung R. Koch's eine schwierige und sehr kostspielige Aufgabe sein. Da die

Erkrankung eines einzigen Tieres durch Schaffung einer neuen Ansteckungsquelle für die Zecken den ganzen Erfolg der Massregel in Frage stellen würde, so müssten sämtliche Rinder, welche auf eine gefährliche Weide getrieben werden, in regelmässigen Zwischenräumen mit Chinin behandelt werden. Da nun, wie unsere Versuche gezeigt haben, der auf solchen Weiden von früher her vorhandene Ansteckungsstoff von der Weidezeit des einen Jahres bis zu derjenigen des nächsten in infektionstüchtigem Zustande im Zeckenkörper erhalten bleiben kann, so würde sich die prophylaktische Anwendung des Chinins über mindestens zwei Sommer erstrecken müssen.

Eine allmähliche Vernichtung des Parasiten würde ferner denkbar sein durch die Unterbrechung seines Kreislaufes zwischen Rind und Zecke. Durch den Ausschluss aller mit den Parasiten der Hämoglobinurie behafteten Rinder vom Weidegang würde dieses Ziel erreichbar sein. Aber diese Massnahme lässt sich nicht durchführen, da die Träger des Ansteckungsstoffes nicht so leicht ermittelt werden können. Selbst da, wo die mikroskopische Untersuchung des Blutes der Rinder negativ ausfällt, können Parasiten in infektionstüchtigem Zustande vorhanden sein, wie aus dem Abschnitt V hervorgeht.

Das zweite Verfahren, durch Vertilgung der Zecken den Zwischenwirt der Parasiten zu beseitigen und den letzteren dadurch die Vollendung ihres Lebenskreislaufes unmöglich zu machen, ist unter den Verhältnissen in Deutschland bis zu einem gewissen Grade schon leichter durchführbar. Es ist nicht zu bezweifeln, dass ein Absuchen der vollgesogenen weiblichen Zecken wenigstens von den Kühen sich ermöglichen lässt. Wenn diese Massregel streng gehandhabt und regelmässig durchgeführt würde, z. B. beim Melken der Kühe, und die abgesuchten Zecken dann vernichtet würden, so müsste sich eine Abnahme der Zahl der Zwischenwirte auf den Weiden erreichen lassen. Jedenfalls könnte in dieser Richtung mehr als bisher geschehen, wo man den Zecken keine Aufmerksamkeit zugewandt hat, weil man ihre Bedeutung für die Verbreitung der Krankheit nicht kannte.

Ein weiteres Mittel, die Zahl der Zecken zu vermindern, ist bisher schon vielfach in Anwendung gekommen, allerdings ohne dass man gerade dieses Ziel ins Auge gefasst hatte. Die Erfahrung, dass die Krankheit namentlich auf sumpfigen Weiden heimisch ist, hat vielfach die Viehbesitzer bewogen, an eine Verbesserung des Zustandes der Weideplätze heranzugehen. Sicherlich lässt sich in vielen Fällen durch Meliorationen erreichen, dass die Zecken nicht mehr so günstige Bedingungen für ihr Fortkommen finden. Gerade der Ixodes reduvius ist auf Feuchtigkeit in hohem Grade angewiesen. Das Trockenlegen der Weiden muss daher als eine durchaus zweckentsprechende Massregel zur Bekämpfung der Hämoglobinurie bezeichnet werden. In Finnland hat man die Beobachtung gemacht, dass schon das Einzäunen von sumpfigen Stellen der Weideplätze von günstigem Einfluss war. Hier mag auch die Angabe von Lignières erwähnt werden, dass das Anpflanzen von Luzerne die Zecken vertreiben soll.

Aber leider sind diese Massnahmen nicht überall durchführbar. Namentlich wird es in Wäldern nicht gelingen, der Zeckenplage entgegenzutreten. Hier würde nichts anderes übrig bleiben, als das Weiden des Rindviehs im Walde gänzlich aufzugeben.

Unter diesen Umständen glaubten wir dem dritten der oben bezeichneten Wege, der Bekämpfung der Krankheit durch Schutzimpfungen vor allen Dingen nachgehen zu sollen.

Durch die Schutzimpfung suchen wir das zu erreichen, was in den von Texasfieber heimgesuchten Gegenden Amerikas durch den natürlichen Verlauf der Dinge eingetreten ist. Das Vieh in den Südstaaten Nord-Amerikas ist allmählich dadurch gegen die Krankheit gefestigt worden, dass die jungen Tiere durch ungezählte Generationen hindurch immer wieder einer Infektion ausgesetzt waren. Da die Kälber den Parasiten selten erliegen, so wird allmählich ein Stamm von alten Tieren herangezüchtet, welche durch Überstehen der Krankheit in der Jugend einen gewissen Grad von Immunität erworben haben. Derartige Tiere sind zwar ebensogut Träger des Ansteckungsstoffes, wie unsere Versuchstiere es nach überstandener Krankheit waren. Aber die Parasiten sind für sie verhältnismässig harmlose Schmarotzer geworden, welche höchstens dann die Oberhand gewinnen können, wenn der tierische Organismus durch ungünstige Einflüsse, besonders durch andere hinzutretende Krankheiten, seine Widerstandskraft einbüsst.

Wie in dem Abschnitt I der vorliegenden Untersuchungen erwähnt wurde, ist auch in Deutschland die Beobachtung gemacht, dass Tiere, die in verseuchten Gegenden aufgewachsen sind, selten an Hämoglobinurie erkranken.

Aus wirtschaftlichen Gründen wird aber in vielen Gegenden Deutschlands das Austreiben junger Tiere auf die Weiden vermieden. Dadurch wird naturgemäss die Heranbildung eines gegen die Parasiten der Hämoglobinurie widerstandsfähigen Viehbestandes erschwert. Hier würde die Schutzimpfung einen Ersatz bieten können. Ihre Anwendung würde sich daher in erster Linie bei den Kälbern und dann bei denjenigen Tieren empfehlen, welche aus seuchefreien Gegenden in verseuchte eingeführt werden müssen.

Impfversuche zum Schutze gegen Hämoglobinurie.

Bereits von Smith und Kilborne ist für die amerikanische Rinderhämoglobinurie nachgewiesen, dass eine überstandene Erkrankung an Hämoglobinurie Rindern gegen die natürliche Ansteckung durch Zecken einen gewissen Schutz verleiht. In Nordamerika hat dann Schröder[1]), in Finnland von Hellens[2]), in Ostafrika R. Koch, in Australien Pound[3]) und Tidswell[4]) Rinder durch Einspritzung von parasitenhaltigem Blut gegen eine spätere Infektion gefestigt[5]). Namentlich in Australien sind Versuche in dieser Richtung in grösserem Massstabe angestellt. Es zeigte sich dabei, dass Blut von Rindern auf der Höhe der Krankheit sich weniger

[1]) l. c.

[2]) Bidrag til utredande of bloodstallnings-sjukdomens natur, orsaker och behandling, Helsingfors I. C., Frenchell & Sons 1896.

[3]) Preventive inoculation for tick fever Brisbane 1897, E. Gregory u. Queensl. agricul. Journal 1899 Juli.

[4]) l. c.

[5]) Vergl. auch Kolle, Über Texasfieber, Verhandl. des deutschen Kolonialkongr. 1902, Berlin, D. Reimer, 1903.

zu Zwecken der Schutzimpfung eignet, als solches von bereits wieder genesenen Tieren. Auch bei Anwendung des letzteren, als recovered blood bezeichneten Impfstoffs liessen sich zwar Misserfolge nicht völlig vermeiden, aber trotzdem wurden die durch die Seuche verursachten Verluste herabgedrückt.

Pound empfiehlt 5 ccm Blut genesener Tiere, am besten von Kälbern, den schutzzuimpfenden Rindern unter die Haut zu spritzen. Die Tiere müssen nach der Schutzimpfung möglichst vor Schädlichkeiten bewahrt werden, welche erfahrungsgemäss eine eintretende Infektion ungünstig beeinflussen. Der Umstand, dass sich diese Vorsichtsmassregeln, so lange die Tiere auf der Weide sind, schwer durchführen lassen, scheint eine wesentliche Ursache für die schwankenden Ergebnisse zu sein, die in Australien erhalten wurden. Nach den vorliegenden Berichten können die Impfverluste, welche gewöhnlich etwa 3—4 % betragen, bis zu einer Höhe steigen, welche den Nutzen der Impfung ernstlich in Frage zu stellen geeignet ist. Lignières verwirft daher die Einspritzung von Blut auch genesener Tiere und hat sich bemüht, die Parasiten in ihrer Virulenz so abzuschwächen, dass sie zwar den Tieren noch Schutz verleihen, ihr Leben jedoch nicht mehr gefährden. Die Einzelheiten des Lignièresschen Verfahrens sind noch nicht bekannt gegeben[1]).

Dodson[2]) benutzte zur Impfung den Darminhalt von Zecken, welche sich an kranken Rindern vollgesogen und mit deren Blut Parasiten aufgenommen hatten. Er liess ferner die Zecken vor der Gewinnung des Darminhalts gefrieren, in der Absicht, eine Abschwächung in der Giftigkeit der in dem aufgenommenen Blute enthaltenen Parasiten herbeizuführen. Die Schutzkraft des Serums von Rindern, welche die natürliche oder künstlich hervorgerufene Krankheit überstanden hatten, wurde von Dodson sowie von Connoway und Francis[3]) geprüft, und dabei die Beobachtung gemacht, dass das Serum entweder keine oder nur so geringe Mengen von Schutzstoffen enthielt, dass es zu Impfungen bei Rindern nicht benutzt werden konnte.

Unsere erste Aufgabe war, festzustellen, ob auch bei unserer einheimischen Hämoglobinurie eine Immunität nach überstandener Erkrankung eintritt, namentlich, ob es gelingt, durch eine auf experimentellem Wege erzeugte Hämoglobinurieinfektion Schutz gegen eine zweite Erkrankung zu erzeugen.

Zunächst wurde ermittelt, ob die Einspritzung von Blut kranker Tiere gegen eine nochmalige Injektion virulenten Blutes unempfindlich macht.

I. Zwei gesunden Rindern wurde Blut von kranken Tieren in die Bauchhöhle gespritzt. Hiernach erkrankten beide und zeigten Parasiten im Blute. Nachdem die letzteren mikroskopisch nicht mehr nachgewiesen werden konnten, wurde dem einen Rinde nach weiteren acht Tagen, dem anderen nach weiteren 14 Tagen zum zweiten Male infektiöses Blut in die Bauchhöhle gespritzt. Beide Tiere blieben gesund.

II. Bei einem Rinde, dem Blut eines kranken Rindes in die Vene gespritzt worden war, trat eine leichte Erkrankung ein. 30 Tage, nachdem in seinem Blute

[1]) Expériences officielles de Vaccination contre la Tristeza à Buenos Aires III, Recueil de méd. vét. 1900 Oct. und Bulletin de la Soc. centr. de méd. vét. 1900.

[2]) Bulletin of the agric. experim. station of Louisiana State university Sec. Ser. Nr. 51, 1898.

[3]) Agric. experim. Station unversity of the State of Missoury Bulletin Nr. 48, 1899.

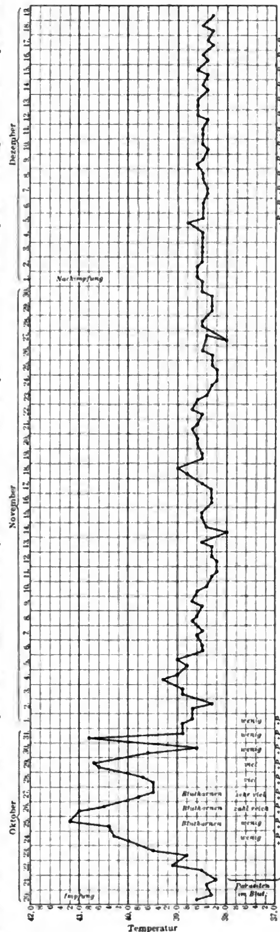
Parasiten mikroskopisch nicht mehr nachgewiesen werden konnten, wurde dem Tiere mehrere Male Blut eines kranken Rindes in die Bauchhöhle gespritzt. Hiernach wurden Krankheitserscheinungen nicht beobachtet.

III. Zwei Rinder, denen parasitenhaltiges Blut unter die Haut gespritzt worden war, erkrankten leicht an Hämoglobinurie. Nachdem im Blute keine Parasiten mikroskopisch mehr nachgewiesen werden konnten, wurde den Tieren mehrere Male Blut kranker Rinder in die Bauchhöhle gespritzt. Eine Erkrankung trat nicht ein.

IV. Eine Kuh (Nr. 24 der Tabelle II, S. 26) wurde durch Einspritzung von parasitenhaltigem Blut in die Bauchhöhle infiziert. Das Tier erkrankte schwer mit Hämoglobinurie. 40 Tage später wurde derselben Kuh abermals 20 ccm parasitenhaltiges Blut in die Bauchhöhle injiziert; sie blieb nunmehr gesund (s. Kurve).

Aus diesen Vorversuchen ging demnach hervor, dass in der Tat durch Einspritzung von Blut kranker Tiere eine Immunität gegen die künstliche Infektion erzeugt werden kann. Und zwar hielt die auf diese Weise entstandene Immunität nach Versuch IV mindestens sechs Wochen an. Es erschien also gerechtfertigt zu versuchen, ob sich nicht auf die gleiche Art eine Immunität gegen die natürliche Infektion erzielen lassen würde.

Nach den Erfahrungen in Australien und Amerika mussten wir darauf gefasst sein, dass bei der Einspritzung von lebenden Parasiten Impfverluste eintreten würden. Wir mussten daher bestrebt sein, ein Verfahren anzuwenden, welches die für das Zustandekommen der Im-



Kuh 24. 20. 10. 00. 20 ccm frischen parasitenhaltigen Blutes intraperitoneal. 1. 12. 00 Nachimpfung mit 20 ccm frischen parasitenhaltigen Blutes intraperitoneal.

munität erforderliche Erkrankung der Impflinge auf ein möglichst geringes Mass herabdrückte.

Bei der Auswahl des Impfstoffes sahen wir von dem frischen Blut erkrankter Tiere, welches zu den soeben beschriebenen Vorversuchen ausnahmslos benutzt war, ab, da uns seine Anwendung bedenklich erschien bei Rindern, deren Ernährungszustand hinter demjenigen der in unseren Versuchsställen gehaltenen Tiere voraussichtlich zurückstand.

Vielmehr wählten wir verschiedene Impfstoffe, von denen wir annehmen zu können glaubten, dass die in ihnen enthaltenen lebenden Parasiten abschwächenden Einflüssen unterworfen gewesen waren. Wir begannen unsere Impfungen zum Schutze gegen die Hämoglobinurie im Jahre 1901.

Die Impfungen fanden statt auf dem Gute M. bei L. a. W.[1]). In M. trat alljährlich die Hämoglobinurie unter den Kühen auf, welche den Tagelöhnern gehörten und auf eine am Waldrande gelegene Weide getrieben wurden. Im Jahre 1900 waren z. B. bis Mitte Juli von etwa 30 Kühen, welche auf diese Weide gingen, zwölf an Hämoglobinurie erkrankt und sechs gefallen. Vornehmlich wurden Tiere befallen, welche in dem betreffenden Jahr aus Gegenden angekauft waren, in denen die Krankheit nicht vorkommt.

Die Schutzimpfung wurde am 2. Mai 1901 ausgeführt. Vgl. Impfliste für 1901 S. 72. Ausgeschlossen von derselben wurden hochträchtige Tiere sowie alle Kühe, welche nachweislich bereits die Hämoglobinurie zu irgend einer Zeit überstanden hatten, weil angenommen werden konnte, dass diese noch immun sein würden. Die Tiere befanden sich fast ausnahmslos in einem schlechten Ernährungszustand, weil das Jahr 1900 ein futterarmes gewesen und frisches Futter Anfang Mai 1901 noch nicht vorhanden war. Am geeignetsten zur Ausführung der Impfung erschien uns unter den Verhältnissen der Praxis die subkutane Injektion, weil diese am leichtesten auszuführen ist. Als Impfstoff diente einesteils Blut von Tieren, auf welche die Parasiten durch Einspritzung virulenten Blutes vor längerer Zeit übertragen waren. Anderseits wurde unverdünntes oder mit 0,7%iger Kochsalzlösung verdünntes Blut von noch kranken Tieren benutzt, welches längere Zeit bei einer Temperatur von 6° gehalten war.

1. Versuche mit Blut von Rindern, welche vor längerer Zeit die Hämoglobinurie überstanden hatten.

Zwei Kühen (1 und 3) wurden je 5 ccm Blut von einem Rinde eingespritzt, welches vor 70 Tagen, vier anderen Kühen (9, 16, 18 und 19) je 5 ccm Blut von einem Rinde, welches vor 50 Tagen an einer Infektion mit den Parasiten der Hämoglobinurie gelitten hatte. Bei den beiden zuerst genannten Rindern trat keine Reaktion ein; von den zuletzt erwähnten vier Rindern reagierten zwei (16 und 18) mit Fieber. Bei 18 stieg die Körpertemperatur auf 40,5°; im Blute waren Parasiten mikroskopisch nachzuweisen.

[1]) Die Genehmigung zu den Impfversuchen wurde uns in zuvorkommendster Weise von Herrn Rittergutsbesitzer Iffland erteilt. Herr Kreistierarzt Graffunder in Landsberg a. W. hat uns in dankenswerter Weise bei der Beobachtung der Tiere und Feststellung des Versuchsergebnissen unterstützt.

2. Versuche mit Blut kranker Rinder, welches längere Zeit bei einer Temperatur von 6° gehalten worden war.

Das zu diesen Versuchen benutzte Blut stammte von Tieren, auf welche die Krankheit durch Einspritzung virulenten Blutes übertragen war. Das Blut war während der Krankheit entzogen und verschieden lange Zeit im Eisschrank bei 6—8° gehalten.

Zwei Kühe (12 und 13) erhielten unter die Haut gespritzt je 5 ccm Blut, welches 105 Tage lang bei genannter Temperatur aufbewahrt worden war; fünf Kühe (2, 15, 30, 34 und 35) je 5 ccm Blut, welches 70 Tage lang aufbewahrt worden war, und fünf Kühe (17, 21, 25, 28 und 32) je 5 ccm Blut, welches 50 Tage lang aufbewahrt worden war.

Hiernach zeigten die Rinder 12, 13 sowie 2, 15, 30, 34 und 35 keine Krankheitserscheinungen, namentlich trat keine Erhöhung der Körpertemperatur ein. Dagegen wurde bei den Rindern 17, 21, 25, 28 und 32 nicht nur eine Steigerung der Körpertemperatur wahrgenommen, sondern es wurden gleichzeitig Parasiten im Blute derselben beobachtet; Rind 32, bei dem die Körpertemperatur bis auf 41,0° gestiegen war, ging am 11. Tage nach der Impfung an Hämoglobinurie zugrunde.

3. Versuche mit Blut kranker Rinder, welches mit Kochsalzlösung verdünnt worden war.

Der Impfstoff stammte gleichfalls von einem Rinde, welches durch Einspritzung virulenten Blutes infiziert war. Das demselben während der Krankheit entzogene Blut wurde vom 6. bis 30. April bei einer Temperatur von 6° gehalten; am 1. Mai wurden verschiedene Mengen des Blutes mit je 10 ccm 0,7 prozentiger steriler Kochsalzlösung gemischt.

a) Fünf Kühe (5, 6, 14, 29 und 37) erhielten unter die Haut gespritzt je 10 ccm Impfstoff, bestehend aus Blut, welches mit der zehnfachen Menge Kochsalzlösung verdünnt worden war. Hiernach wurde beobachtet:

Bei 5 vom 4. bis 10. Tag Fieber und während dieser Zeit einige Parasiten im Blute;

bei 6 vom 5. bis 6. Tage und vom 12. bis 17. Tage Fieber und Parasiten im Blute;

bei 14 vom 5. bis 11. Tage Fieber und Parasiten im Blute;

bei 29 vom 4. bis 6. Tage Fieber, aber keine Parasiten im Blute;

bei 37 vom 4. bis 12. Tage Fieber, aber keine Parasiten im Blute.

b) Fünf Kühe (4, 7, 23, 27 und 33) erhielten je 10 ccm Impfstoff bestehend aus Blut, welches mit der zwanzigfachen Menge Kochsalzlösung verdünnt worden war, unter die Haut gespritzt. Hiernach wurde beobachtet:

bei 4 vom 9. bis 10. Tage Fieber, aber keine Parasiten im Blute;

bei 7 am 5. Tage und vom 10. bis 12. Tage Fieber und Parasiten im Blute;

bei 23 am 8. Tage Fieber und Parasiten im Blute;

bei 27 am 10. Tage Fieber, aber keine Parasiten im Blute;

bei 33 am 9. und 10. Tage und vom 12. bis 15. Tage Fieber. Das Tier erkrankte schwer; im Blute desselben liessen sich viele Parasiten nachweisen.

c) Vier Kühen (8, 11, 36 und 38) wurden je 10 ccm Impfstoff, bestehend aus Blut, das mit der 100fachen Menge Kochsalzlösung verdünnt worden war, unter die Haut gespritzt. Hiernach wurde beobachtet:

bei 8 geringe Temperatursteigerung, keine Parasiten im Blute;

bei 11 am 6. Tage und vom 9. bis 17. Tage Fieber und sehr viele Parasiten im Blute. Am 12. Tage stieg die Temperatur auf 41,1° und am 18. Tage verendete das Tier; der ungünstige Verlauf ist vermutlich dadurch herbeigeführt, dass das Tier gleichzeitig an Bronchopneumonie litt. Der Zeitpunkt des Todes, welcher für Hämoglobinurie ungewöhnlich spät eintrat, spricht für diese Auffassung.

Bei 36 am 7. und 8. Tage geringes Fieber, keine Parasiten im Blute;

bei 38 am 5. und 6. Tage und am 10. und 11. Tage Fieber, aber keine Parasiten im Blute.

Mithin sind von 32 geimpften Rindern zwei Stück (11 und 32) infolge der Impfung gefallen, und ist ein Rind (33) infolge der Impfung schwer erkrankt. Wir gehen wohl nicht in der Annahme fehl, dass der schlechte Ernährungszustand der Tiere einen schwereren Verlauf der nach der Schutzimpfung eintretenden Erkrankung begünstigt hat. Bei Tier 11 lag ausserdem noch eine Bronchopneumonie vor, und es ist bekannt, dass interkurrente Erkrankungen selbst bei immunen Tieren einen tödlichen Anfall von Hämoglobinuire auslösen können. Es sei in dieser Beziehung an die Erfahrungen von Nicolle und Adil Bey[1]) erinnert, welche Hämoglobinurie bei natürlich immunen Tieren im Anschluss an eine Infektion mit Rinderpest auftreten sahen.

Jedenfalls ergibt sich aus unseren Erfahrungen, dass parasitenhaltiges Blut weder durch 50 Tage lange Aufbewahrung bei niederer Temperatur noch durch Verdünnung mit Kochsalzlösung so abgeschwächt wird, dass es ohne Schaden zu Impfungen gegen die Hämoglobinurie bei schlecht genährten Rindern gebraucht werden kann.

Über das weitere Verhalten der schutzgeimpften Tiere im Jahre 1901 ist folgendes zu berichten. Von Ende Mai ab bis zum Herbst wurden die Tiere zusammen mit nicht geimpften Kühen, auf die Weide getrieben. Es erkrankten im Verlaufe des Sommers vorübergehend unter den Erscheinungen der Hämoglobinurie Kuh 3 am 11. Juli und Kuh 19 am 12. Juli. Erstere zeigte ziemlich zahlreich, letztere spärlich Parasiten im Blut. Beide Tiere hatten nach der Schutzimpfung Krankheitserscheinungen nicht gezeigt. Vgl. S. 68 unter 1. Sämtliche übrigen geimpften Tiere blieben gesund. Ausser diesen beiden vorbehandelten Tieren erkrankten im Verlaufe dieses Sommers zwei nicht geimpfte Kühe, von denen die eine frisch angekauft war, während bei der anderen die Impfung unterblieben war, weil sie angeblich vor 5 Jahren bereits in Pommern die Hämoglobinurie überstanden haben sollte, ferner ein nicht geimpfter Ochse, der in der Nähe des Waldes gearbeitet hatte.

Wie aus den S. 69 unter 2 angeführten Versuchen hervorgeht, waren die Kühe 12, 13 und 2, 15, 30, 34, 35, denen 105 bezw. 70 Tage lang bei niederer Temperatur aufbewahrtes parasitenhaltiges Blut eingespritzt worden war, nach der Impfung nicht

[1]) l. c.

in erkennbarer Weise erkrankt. Man hätte erwarten können, dass bei diesen Tieren keine Immunität eintreten würde, da ja zum Zustandekommen einer solchen eine Erkrankung Vorbedingung ist. Trotzdem blieben auch diese Tiere während des Weidegangs im Jahre 1901 von der Hämoglobinurie verschont.

Es ist nicht ausgeschlossen, dass der diesen Kühen eingespritzte Impfstoff doch nicht ohne Wirkung war. Hierfür spricht auch der Umstand, das eine auf diese Weise im Jahre 1901 geimpfte Kuh bei nochmaliger Impfung mit parasitenhaltigem Blut im Jahre 1902 (s. u.) nicht erkrankte. Ferner verhielten sich vier mit defibriniertem Blut, welches 100 bezw. 102 Tage bei etwa 8° aufbewahrt war, geimpfte Tiere einer etwa vier Wochen später erfolgten Nachimpfung mit frischem Blut gegenüber ziemlich widerstandsfähig. (Vergl. Tabelle Abschnitt VI, S. 34). Sie erkrankten auf die Nachimpfung sämtlich nur in unbedeutendem Grade, trotzdem sie nach der Einspritzung des 100 Tage aufbewahrten Blutes gar keine oder keine deutlichen Krankheitserscheinungen gezeigt hatten. Da wir wissen, dass eine Infektion mit Hämoglobinurieparasiten nicht notwendig von erkennbaren Krankheitserscheinungen gefolgt zu sein braucht, so wäre es möglich, dass die Einspritzung so lange im Eisschrank aufbewahrten Blutes doch eine gewisse Reaktion ausgelöst hat, die sich in so engen Schranken hielt, dass der mikroskopische Nachweis der Parasiten im kreisenden Blut nicht gelang.

Jedenfalls verlohnt es sich, die Schutzimpfungsversuche mit Blut, welches 70 bis 100 Tage lang im Eisschrank aufbewahrt worden ist, noch einmal zu wiederholen.

Da die Erfahrungen mit der Schutzimpfung im Jahre 1901 nicht ungünstige waren, so baten die Besitzer der Tiere darum, dass die Impfungen im nächsten Jahre fortgesetzt werden möchten. Um festzustellen, ob die im Jahre 1901 geimpften Tiere auch noch im Sommer 1902 der Hämoglobinurie Widerstand leisten würden, schlossen wir die Mehrzahl derselben von der Impfung aus. Nur drei im Jahre 1901 vorbehandelte Tiere (Nr. 1, 5 und 35 der Impfliste für 1901) wurden im Jahre 1902 abermals geimpft. Ausser diesen wurden geimpft acht neu angekaufte Tiere, im ganzen also elf Kühe.

Die Impfung fand am 5. März 1902 statt mit Blut von einem Rinde, welches 54 Tage vorher mit Hämoglobinurieparasiten infiziert war. Von diesem Blute wurden je 5 ccm den Impflingen unter die Haut gespritzt. Vgl. Impfliste 1902 S. 74.

Bis zum 13. März wurden keine Krankheitserscheinungen an den Kühen wahrgenommen. Am 14. März aber, als Kreistierarzt Graffunder die Kühe untersuchte, konnte er feststellen, dass eine Kuh (Nr. 2 der Impfliste 1902) des Tagelöhners B. an Hämoglobinurie litt. Die Kuh hatte eine Temperatur von 39,8°, entleerte dunkelrot gefärbten Harn, frass schlecht und zeigte eine geringe Benommenheit. Auch fanden sich in jedem Ausstriche des Blutes zahlreiche Parasiten vor. Am 15. März stieg die Körpertemperatur bis auf 40,1°; am 16. März fiel die Temperatur auf 38,6° und blieb dann auf dieser Höhe; dabei erschien die Kuh nunmehr vollkommen gesund. Das Tier war im Jahre 1901 mit Blut geimpft worden, welches 70 Tage nach Überstehen der Hämoglobinurie entzogen worden war, hatte aber nicht darauf reagiert.

Impfliste des Jahres 1901 für das Gut M.

Zeichenerklärung: K. B. = Defibriniertes Blut, kranken Tieren auf der Höhe der Krankheit entzogen.

G. B. = Defibriniertes Blut, genesenen Tieren 50 bezw. 70 Tage nach Überstehen der Krankheit entzogen.

No. der Kuh	Name des Besitzers	Alter der Kuh Jahre	Wieviel Sommer die Weide besucht	Art der Impfung	Menge des Impfstoffes	Beschaffenheit des Impfstoffes	Befinden der Tiere	
							nach der Impfung	während des Weideganges
1	B. . .	6	3	subkutan	5 ccm	70tägiges G. B.	kein Fieber, keine Parasiten.	gesund
2	K. . .	4	1	"	"	70 Tage lang bei 6° aufbewahrtes K. B.	desgl.	"
3	C. Sch.	4	—	"	"	70tägiges G. B.	desgl.	an Hämoglobinurie leicht erkrankt
4	R. . .	3	—	"	10 ccm	0,5 K. B. + 10 ccm 0,7% Kochsalzlösung	mehrere Tage Fieber, keine Parasiten.	gesund
5	W. D. .	1½	—	"	"	1,0 K. B. + 10 ccm 0,7% Kochsalzlösung	6 Tage lang Fieber, Parasiten.	"
6	C. St. .	8	1	"	"	desgl.	8 Tage lang Fieber, Parasiten.	"
7	C. L. .	4	1	"	"	0,5 K. B. + 10 ccm 0,7% Kochsalzlösung	4 Tage lang Fieber, Parasiten.	"
8	R. . .	7	—	"	"	0,1 K. B. + 10 ccm 0,7% Kochsalzlösung	3 Tage lang Fieber, keine Parasiten.	"
9	Sch. . .	6	—	"	5 ccm	50tägiges G. B.	kein Fieber, keine Parasiten.	"
11	H. . .	5	2	"	10 ccm	0,1 K. B. + 10 ccm 0,7% Kochsalzlösung	10 Tage lang Fieber, sehr viel P., infolge Impfung an Bronchopneumonie verendet.	—
12	P. . .	5	2	"	5 ccm	105 Tage lang bei 6° aufbewahrtes K. B.	kein Fieber, keine Parasiten.	gesund
13	Fr. Sch.	4	—	"	"	desgl.	desgl.	"
14	B. . .	3	—	"	10 ccm	1,0 K. B. + 10 ccm 0,7% Kochsalzlösung	7 Tage lang Fieber, Parasiten.	"
15	G. . .	9	—	"	5 ccm	70 Tage lang bei 6° aufbewahrtes K. B.	kein Fieber, keine Parasiten.	"
16	G. U. .	4	2	"	"	50tägiges G. B.	2 Tage lang Fieber, keine Parasiten.	"
17	Ww. Sch.	4	1	"	"	50 Tage lang bei 6° aufbewahrtes K. B.	3 Tage lang Fieber, Parasiten.	"
18	W. D. .	9	—	"	"	50tägiges G. B.	4 Tage lang Fieber, Parasiten.	"

No. der Kuh	Name des Besitzers	Alter der Kuh Jahre	Wie viel Sommer die Weide besucht	Art der Impfung	Menge des Impfstoffes	Beschaffenheit des Impfstoffes	Befinden der Tiere nach der Impfung	Befinden der Tiere während des Weideganges
19	Z. . .	6	2	subkutan	5 ccm	50 tägiges G. B.	kein Fieber, keine Parasiten.	an Hämoglobinurie leicht erkrankt
21	R. . .	1	—	„	„	50 Tage lang bei 6° aufbewahrtes K. B.	8 Tage lang Fieber, Parasiten.	gesund
23	K. . .	6	—	„	10 ccm	0,5 K. B. + 10 ccm 0,7% Kochsalzlösung	1 Tag lang Fieber, Parasiten.	„
25	Sch. . .	5	—	„	5 ccm	50 Tage lang bei 6° aufbewahrtes K. B.	5 Tage lang Fieber, Parasiten.	„
27	F. . .	5	—	„	10 ccm	0,5 K. B. + 10 ccm 0,7% Kochsalzlösung	1 Tag lang Fieber, keine Parasiten.	„
28	W. . .	5	1	„	5 ccm	50 Tage lang bei 6° aufbewahrtes K. B.	6 Tage lang Fieber, Parasiten.	„
29	A. Sch	6	2	„	10 ccm	1,0 K. B. + 10 ccm 0,7% Kochsalzlösung	3 Tage lang Fieber, keine Parasiten.	„
30	A. Sch.	1¼	—	„	5 ccm	70 Tage lang bei 6° aufbewahrtes K. B.	kein Fieber, keine Parasiten.	„
32	Fr. U.	5	1	„	„	50 Tage lang bei 6° aufbewahrtes K. B.	5 Tage lang Fieber, sehr viel Parasiten, infolge Impf. an Hämogl. gestorben.	—
33	Tr. . .	7	2	„	10 ccm	0,5 K. B + 10 ccm 0,7% Kochsalzlösung	6 Tage lang Fieber, sehr viel Parasiten.	gesund
34	O. . .	4	1	„	5 ccm	70 Tage lang bei 6° aufbewahrtes K. B.	kein Fieber, keine Parasiten.	„
35	H. Fr. .	8	1	„	„	desgl.	desgl.	„
36	S. . .	3	1	„	10 ccm	0,1 K. B. + 10 ccm 0,7% Kochsalzlösung	1 Tag lang Fieber, keine Parasiten.	„
37	S. . .	1	1	„	„	1,0 K. B. + 10 ccm 0,7% Kochsalzlösung	9 Tage lang Fieber, keine Parasiten.	„
38	H. . .	1	—	„	„	0,1 K. B. + 10 ccm 0,7% Kochsalzlösung	4 Tage lang Fieber, keine Parasiten.	„

Ferner stellte Kreistierarzt Graffunder am 14. März bei der Kuh des Tagelöhners H. (Nr. 3 der Impfliste 1902) fest, dass die Körpertemperatur auf 40,1° gestiegen war. Im übrigen sah die Kuh gesund aus. Am 15. März betrug die Körpertemperatur der Kuh 40,9°. Am 16. März war die Körpertemperatur auf 38,4° gefallen. In Blutproben dieser Kuh, welche erst am 19. März entnommen und untersucht werden konnten, liessen sich keine Parasiten nachweisen. Dagegen fanden sich im Blute viele punktierte rote Blutkörperchen, die im Zusammenhange mit der Impfung die Annahme rechtfertigten, dass die Kuh an einer Hämoglobinurieinfektion gelitten hatte.

Impfliste der Jahres 1902 für das Gut M.

11 Tiere wurden am 5. März 1902 subkutan mit je 5 ccm Blut einer Kuh geimpft, bei der vor 54 Tagen zum letzten Male Parasiten mikroskopisch im Blute nachgewiesen worden waren. Zeichen wie in vorstehender Liste.

No. der Kuh	Name des Besitzers	Alter der Kuh Jahre	Wieviel Sommer die Weide besucht	Ob im Jahre 1901 geimpft und mit welchem Material	Befinden der Tiere nach der Impfung	Befinden der Tiere während des Weideganges
1	W. D. . .	2	1	1,0 K. B. + 10 ccm 0,7% Kochsalzlösung	kein Fieber, keine Parasiten.	gesund
2	B. . . .	7	3	70tägiges G. B.	2 Tage lang Fieber, Parasiten.	"
3	H. . . .	4	1	1901 nicht geimpft	desgl.	"
4	Sch. . .	8	—	" " "	1 Tag lang Fieber, keine Parasiten.	"
5	F. D. . .	5	1	" " "	1 Tag lang Fieber, Parasiten.	"
6	W. . . .	5	—	" " "	kein Fieber, keine Parasiten.	"
7	G. Fr. . .	9	2	70 Tage lang bei 6° aufbewahrtes K. B.	desgl.	"
8	W. St. . .	5	1	1901 nicht geimpft	1 Tag lang Fieber, keine Parasiten.	"
9	Kr. . . .	4	1	" " "	kein Fieber, keine Parasiten.	"
10	B. . . .	2	1	" " "	1 Tag lang Fieber, keine Parasiten.	"
11	U. . . .	1	—	" " "	kein Fieber, keine Parasiten.	"

Endlich entleerte die Kuh des Tagelöhners D. (Nr. 5 der Impfliste 1902) am Abend des 15. März dunkelrot gefärbten Harn, und in Präparaten, welche am 19. März aus dem Blute derselben hergestellt worden waren, konnten einige Parasiten nachgewiesen werden. Von den übrigen geimpften Kühen zeigten diejenigen der Tagelöhner Sch. (Nr. 4), St. (Nr. 8) und B. (Nr. 10) eine eintägige fieberhafte Temperatursteigerung. Am 22. März wurden alle Tiere genau untersucht und vollkommen gesund befunden. Aus dem Blute eines jeden Tieres wurden Ausstrichpräparate angefertigt und mikroskopisch untersucht. Hierbei liessen sich weder Parasiten, noch sonstige Veränderungen in dem Blute nachweisen.

Von Interesse dürfte noch folgendes sein. Die Erscheinungen, welche bei den infolge der Impfung erkrankten Kühen auftraten, waren so gering, dass sie nur durch Sachverständige festgestellt werden konnten; die Besitzer gaben selbst zu, dass sie ihre Kühe wahrscheinlich nicht für krank gehalten hätten, wenn ihnen nicht die Ergebnisse der Temperaturmessungen bekannt geworden wären.

Zusammenstellung aller Tiere, welche im Sommer 1902 auf der Weide in M. gehütet worden sind.

Laufende No.	Name des Besitzers	geimpft 1901	geimpft 1902	Früher an Hämoglobinurie erkrankt gewesen	Im Sommer 1902 an Hämoglobinurie		Bemerkungen
					erkrankt	gefallen	
1	G. U.	—	—	+	—	—	
2	"	—	+	—	—	—	
3	W. D.	+	+	—	—	—	
4	"	—	—	—	—	—	
5	F. B.	—	+	—	—	—	
6	L.	+	—	—	—	—	
7	P.	+	—	—	—	—	
8	Ferd. Sch.	—	—	—	—	—	7 Jahre alt u. 5 Sommer auf M. Weide gehütet.
9	H.	—	—	+	—	—	
10	H. B.	—	—	—	+	—	erkrankt am 20. VII. 02. War 1902 neu angekauft.
11	K.	+	—	—	—	—	
12	"	—	—	—	—	—	6 Jahre alt u. 4 Sommer auf M. Weide gehütet.
13	Ww. Sch.	+	—	—	—	—	
14	F. D.	—	+	—	—	—	
15	Z.	+	—	—	—	—	
16	Sch.	+	—	—	—	—	
17	F.	+	—	—	—	—	
18	Sch.	—	+	—	—	—	
19	Z.	—	—	—	+	+	gefallen 7. VI. 02. War 1902 neu angekauft.
20	B.	+	—	—	—	—	
21	Fr. Sch.	+	—	—	—	—	
22	R.	+	—	—	—	—	
23	C. St.	+	—	—	—	—	
24	R.	+	—	—	—	—	
25	Tr.	+	—	—	—	—	
26	V.	—	—	—	—	—	
27	Kr.	—	—	+	—	—	
28	H.	—	+	—	—	—	
29	W.	—	—	+	—	—	
30	"	—	+	—	—	—	
31	F.	—	—	+	—	—	
32	"	—	—	—	—	—	
33	Sch.	+	—	—	—	—	
34	F.	—	—	—	—	—	
35	C. Fr.	—	—	—	—	—	6 Jahre alt u. 4 Sommer auf M. Weide gehütet.
36	"	—	—	—	—	—	
37	H. Fr.	—	+	—	—	—	
38	W. St.	—	+	—	—	—	
39	B.	—	+	—	—	—	
40	Kr.	—	+	—	—	—	
41	"	—	—	—	+	—	erkrankt am 30. V. 02. War 1902 neu angekauft.
42	Fr. U.	—	—	—	+	+	gefallen 9. VII. War 1902 neu angekauft.
		15	11	5	4	2	

Der weitere Verlauf gestaltete sich im Jahre 1902 folgendermassen. Von Beginn des Frühjahrs 1902 an bis zum Herbst wurden in M. täglich 42 Tagelöhnerkühe auf die gefährliche Weide getrieben. 26 Stück davon waren geimpft und zwar 15 im Jahre 1901, 11 im Jahre 1902. 5 Stück hatten bereits früher an Hämoglobinurie gelitten und waren deshalb nicht geimpft. Der Rest betrug 11 Stück, von denen einige neu angekauft, andere sehr jung und noch andere bereits mehrere Jahre lang in M. gehalten worden waren. Die 26 geimpften Tiere blieben von der Hämoglobinurie verschont und erfreuten sich während der ganzen Weidezeit eines guten Gesundheitszustandes. Von den übrigen 11 weder geimpften noch nachweislich durch eine frühere Erkrankung geschützten Tieren erkrankten 4 an Hämoglobinurie. Zwei von diesen erlagen der Krankheit. Sämtliche vier Stück waren neu angekauft worden. Das erste Tier erkrankte am 30. Mai, das zweite am 7. Juni (gefallen), das dritte am 9. Juli (gefallen) und das vierte am 20. Juli.

Allerdings sind auch von den nicht durch Impfung geschützten 11 Tieren 7 Stück gesund geblieben, trotzdem sie auf der Weide derselben Gefahr der Infektion ausgesetzt worden waren, wie die geimpften Tiere. Es ist aber hervorzuheben, dass drei dieser Tiere 6—7 Jahre alt waren und schon vier bezw. fünf Sommer hindurch auf der M. Weide gehütet worden waren. Es ist daher nicht ausgeschlossen, dass sie schon früher ohne Wissen der Eigentümer an einer leichten Form der Hämoglobinurie gelitten hatten und dadurch immun geworden waren. Die übrigen vier Stück, bei denen eine Erkrankung nicht beobachtet wurde, waren junge Tiere und von diesen ist bekannt, dass sie erheblich widerstandsfähiger gegen die Hämoglobinurie sind und deshalb nach einer Infektion mit Pyrosomen meist nur leicht erkranken. Daher wird bei jungen Tieren die Krankheit erfahrungsgemäss häufig übersehen.

Mithin hatten die im Jahre 1902 ausgeführten Impfungen unsere Erwartungen nicht getäuscht.

Die Schutzimpfung mittels des frischen Blutes von Tieren, welche schon vor längerer Zeit die Hämoglobinurie überstanden hatten, hat zwar Erkrankungen bei den geimpften Rindern hervorgerufen, jedoch in so mässigem Grade, dass die oft nur geringen Erscheinungen bald vorübergingen. Dagegen ist die Impfreaktion in allen Fällen ausreichend gewesen, um die Tiere gegen eine natürliche Infektion unempfindlich zu machen.

Wir glauben deshalb aus diesen Beobachtungen schliessen zu können, dass die in Rede stehende Impfmethode geeignet ist, Rinder in Deutschland gegen die Hämoglobinurie zu schützen.

Deshalb sollen auf Anordnung des Herrn Ministers für Landwirtschaft, Domänen und Forsten und im Einverständnisse mit den Besitzern im Frühjahre 1903 alle neuangekauften Rinder und das Jungvieh in M. und in denjenigen Orten der Nachbarschaft, in denen alljährlich die Hämoglobinurie aufzutreten pflegt, nach diesem Verfahren geimpft werden. Es besteht die Absicht, zu diesen Impfungen nicht nur Blut von krank gewesenen Rindern, sondern nach dem Vorgange von Pound auch Blut von krank gewesenen Kälbern zu verwenden. Denn Kälber zeigen, wie bereits erwähnt, eine gewisse Widerstandsfähigkeit gegen die Hämoglobinurie, und es ist

daher nicht ausgeschlossen, dass Blut erkrankt gewesener Kälber ganz besonders geeignet ist, um andere Tiere gegen die Hämoglobinurie zu schützen.

Wir möchten empfehlen, bei Schutzimpfungsversuchen folgendes zu beachten.

1. Als Impfstoff diene steril aufgefangenes, dann defibriniertes und bis zur Verwendung im Eisschrank steril aufbewahrtes Blut, welches künstlich infizierten Tieren etwa 50 Tage nach überstandener Krankheit entnommen ist.

2. Die Schutzimpfung muss etwa 4—6 Wochen vor dem Beginn der Weidezeit vorgenommen werden durch subkutane Einspritzung von 5 ccm Impfstoff unter aseptischen Kautelen.

3. Die Tiere müssen zunächst nach der Schutzimpfung bei guter Pflege im Stalle gehalten werden.

4. Hochträchtige Kühe sind von der Schutzimpfung auszuschliessen.

Es ist zu hoffen, dass es gelingt, die Landwirtschaft durch die Schutzimpfung der gefährdeten Tiere vor den empfindlichen Verlusten zu bewahren, welche die Hämoglobinurie der Rinder alljährlich in den befallenen Gegenden verursacht. Gerade im Interesse der kleinen Bauern und Tagelöhner wäre die Bekämpfung dieser Krankheit zu wünschen, weil namentlich diese gezwungen sind, auch in den gefährlichen Gegenden ihr Vieh während des ganzen Sommers auf die Weide zu treiben, und es dadurch beständig der Gefahr einer Infektion durch die Zecken auszusetzen.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I (Ixodes reduvius, Eier und Larve).

Fig. 1. Eier, vergrössert 18fach.
Fig. 2. Larve, vergrössert 18fach.
Fig. 3. Larve, vergrössert 18fach.
Fig. 4. Larvenhülle, vergrössert 18fach.
Fig. 5. Larvenhülle, dasselbe Präparat, vergrössert 50fach.
Eig. 6. Larve, vergrössert 45fach.

Tafel II (Ixodes reduvius, Nymphe).

Fig. 1. Nymphe, nach dem Ausschlüpfen, vergrössert 18fach.
Fig. 2. Nymphe, einige Tage alt, vergrössert 18fach.
Fig. 3. Nymphe, vollkommen ausgewachsen, vergrössert 18fach.
Fig. 4. Nymphenhülle, vergrössert 18fach.
Fig. 5. Nymphe, nach dem Ausschlüpfen, dasselbe Präparat wie bei Fig. 1, vergrössert 45fach.
Fig. 6. Nymphe Rostrum mit Chelicere, vergrössert 280fach.

Tafel III (Ixodes reduvius, geschlechtsreife Tiere)

Fig. 1. ♀, vergrössert 18fach.
Fig. 2. ♂, vergrössert 18fach.
Fig. 3. ♀, Mundwerkzeuge, vergrössert 45fach.
Fig. 4. ♂, Mundwerkzeuge, vergrössert 45fach.
Fig. 5. ♀, Rostrum mit Chelicere, vergrössert 75fach.
Fig. 6. ♂, Rostrum, vergrössert 75fach.

Die Typhusepidemie in H. im Jahre 1901.

Berichterstatter: Geheimer Regierungsrat **Dr. Ohlmüller.**

(Hierzu Tafel IV.)

In dem Dorfe H., südlich am Fusse der . . . burg gelegen, trat im Herbst 1901 eine Typhusepidemie auf; vom 20. August bis 12. November sind 19 Erkrankungen zur Kenntnis gekommen, bei der jetzigen Einwohnerzahl von 1252 sonach 15 ‰. Die Erkrankungen waren nicht gleichmässig über den ganzen Ort verteilt, sie beschränkten sich, wie der beigegebene Planausschnitt des Dorfes erkennen lässt, auf einen bestimmten Bezirk, in dessen Nähe eine Konservenfabrik liegt. Gleichzeitig eingetretene Uebelstände, welche sich durch die Beseitigung der Abwässer dieser Fabrik eingestellt hatten, erregten den Verdacht, dass hierin die Ursache der Epidemie zu erblicken sei. Der zuständige Amtsarzt stellte Untersuchungen des der Fabrik zufliessenden Quellwassers und des Fabrikabwassers an und züchtete aus letzterem und dem mit diesem verunreinigten Quellwasser eine Bakterienart, welche er als Typhusbazillen ansprechen zu müssen glaubte; bei den unzulänglichen Hülfsmitteln, welche ihm zur Verfügung standen, konnte jedoch der Beweis der Echtheit mit Sicherheit nicht geführt werden. Unter dem 31. Oktober 1901 stellte die Landes-Verwaltungsbehörde an das Kaiserliche Gesundheitsamt das Ersuchen, Proben des Fabrikwassers, welche eingesandt werden sollten, auf das Vorhandensein von Typhusbazillen zu prüfen. Diesem Ersuchen konnte nicht entsprochen werden, da eine solche Untersuchung wenig Aussicht auf Erfolg bot und ein negativer Ausfall nicht beweisend sein konnte; vielmehr wurde anheim gegeben, eine allgemeine Prüfung der sanitären Verhältnisse von H. eintreten zu lassen. Auf Veranlassung der Landes-Regierung wurde das Kaiserliche Gesundheitsamt durch einen Erlass des Herrn Staatssekretärs des Innern vom 21. Dezember 1901 zu einer gutachtlichen Äusserung aufgefordert.

Die etwaige Möglichkeit, aus den anzustellenden Untersuchungen Rückschlüsse auf die Entstehungsweise der Epidemie zu ziehen, war nur gegeben, wenn diese zu einer Zeit angestellt wurden, in welcher die Verhältnisse ähnlich waren wie bei dem Herrschen der Epidemie. Jedenfalls war abzuwarten, bis die Konservenfabrik wieder im vollen Betrieb war, wollte man den Einfluss der Abwässer ermitteln. Als geeigneter Zeitpunkt wurde hierfür von der Landes-Verwaltungsbehörde etwa die zweite Hälfte des Juni angegeben. Am 30. Juni 1902 begab sich der Berichterstatter nach H., um eine Besichtigung und Prüfung der örtlichen Verhältnisse vorzunehmen, die einschlägigen Umstände durch Nachfrage festzulegen und die erforderlichen Untersuchungen in die Wege zu leiten.

Im Allgemeinen macht das Dorf H. einen sauberen Eindruck; beim Betreten der Bauernhäuser lässt allerdings die Reinlichkeit oft zu wünschen übrig. Wie allenthalben auf dem Lande werden die Fäkalien in Gruben gesammelt und abgefahren. Diese sind oft in bedenklicher Nähe der Brunnen angelegt und ungenügend oder garnicht abgedeckt, so dass ausser den unvermeidlichen Undichtigkeiten der Grubenwandungen der Inhalt auch bei Regengüssen abgeschwemmt und zu dem Brunnenwasser oder oberflächlich dahinfliessenden Quellwasser gelangen kann. Das Gleiche trifft auch hinsichtlich der Dunggruben zu. Im Wasserbezug sind die Dorfbewohner zumeist auf Schachtbrunnen angewiesen, welche aus loser Mauerung hergestellt mit einer Pumpe oder mit einer einfachen Schöpfvorrichtung versehen sind; zum Teil sind auch einige Quellen, welche gar nicht oder ungenügend gefasst sind, in Benutzung. Seit dem April 1902, also nach dem Auftreten der Typhusepidemie, ist privater Seite eine zentrale Versorgung mit Quellwasser eingerichtet worden, an welche ein Teil der Häuser angeschlossen ist. Jedenfalls ist die Wasserversorgung von H. nicht einwandsfrei; es wird hierauf später näher eingegangen werden.

Das Dorf durchfliesst ein Bach, dessen Ursprung einige am südlichen Abhang der . . . burg entspringende Quellen bilden; sein Wasser ist dem Aussehen nach ziemlich rein, jedoch ist das Bett, wie fast immer bei solchen Dorfbächen, mit Schlamm erfüllt. Die Ufer sind ab und zu künstlich tümpelartig erweitert, um Waschgelegenheiten zu bilden. Diese Art der Benutzung des Bachwassers konnte zur Übertragung des Typhus führen, wenn in dasselbe dieser Krankheitserreger gelangt war. In diesen Bach flossen die Abwässer der Konservenfabrik; da diese für die Entstehung der Typhusepidemie zunächst in Frage kommen, so muss auf den Betrieb der Fabrik näher eingegangen werden.

Die Fabrik wurde 1896 gegründet. Der anfangs kleine Betrieb spielte sich in dem Hause neben dem Wohngebäude — jetzt Küche für Arbeiter — ab. Die Abwässer, deren Menge gering war, wurden in die Teiche zunächst dem Wohnhause eingeleitet. Irgend welche Belästigungen entstanden hierdurch nicht; die Teiche wurden ab und zu gereinigt.

Im Jahre 1899 wurde der Betrieb erweitert und in einen Neubau, das jetzige Fabrikgebäude, verlegt. Die Fabrik wurde in eine Aktiengesellschaft umgewandelt. Über die Entwickelung des Betriebes gibt die Anzahl von Dosen von Konserven, berechnet zu je 1 kg, Aufschluss, welche jährlich verfertigt worden sind; es waren dies im Jahre

1896	ungefähr	1 000	Dosen
1897	„	23 000	„
1898	„	35 000	„
1899	„	400 000	„
1900	„	1 000 000	„
1901	„	1 200 000	„

Die Abwässer wurden zunächst noch 1899 in die vorerwähnten Teiche geleitet; im folgenden Jahre wurden zur Klärung derselben vier Bassins erbaut, welche Wand an Wand aneinander gereiht sind. Die Abwässer flossen in das erste Bassin ein, gingen

durch Einschnitte an den Oberkanten der Zwischenwände nach den anderen Bassins über und wurden aus dem letzten Bassin alle 8—14 Tage ausgeschöpft auf das angrenzende Gelände (teils Feld, teils Wiese), um dort wild zu verrieseln. Ein Zusatz behufs Klärung erfolgte nicht.

Im Sommer 1900 trat bei diesem Verfahren keine Geruchsbelästigung auf; das Wetter war auch meist kühl und nass. Im Jahre 1901 wurde die Abwasserreinigung in gleicher Weise weiter betrieben. Der Sommer war heiss, da trat im Mai eine heftige Geruchsbelästigung auf — der erste Typhusfall wurde am 20. August gemeldet — es wurden nun Mitte Mai zwei weitere Klärbassins angebaut. Der Betrieb dieser vergrösserten Kläranlage war der gleiche. Jedoch der erwartete Erfolg blieb aus; der Gestank der Abwässer entwickelte sich immer heftiger. Man suchte nun durch Änderung des Betriebes Abhülfe zu schaffen, indem man die Abwässer nicht mehr anstaute, sondern durch Löcher an der Basis der Zwischenwände von Bassin zu Bassin laufen liess und täglich Kalk zusetzte. Damit war man also zu einer einfachen Kalkklärung übergegangen. Dass die Verbindungslöcher zwischen den Bassins mit einem Drahtgitter versehen wurden, vor welches etwas Koks gelegt war, ist für den Reinigungserfolg ohne Belang. In einiger Entfernung von den bestehenden sechs Bassins wurden zwei weitere von gleicher Bauart und demselben Betrieb errichtet. Täglich wurde der Kalkniederschlag entfernt; das geklärte Abwasser auf die Rieselfläche ausgeschöpft und als dort die Pflanzen litten, von Ende Mai ab in einen Graben an der Nordgrenze des Fabrikgeländes eingeleitet, von welchem es sich in den Dorfbach ergoss. Die ersten Klagen seitens der Anlieger über ein Stinken des Bachwassers kamen in der ersten Hälfte des Juni.

Zur Beurteilung dieser Reinigungsversuche der Abwässer ist die Kenntnis ihrer Beschaffenheit nötig; diese wechselt, ebenso wie ihre Menge, mit der Art der zu verarbeitenden Feldfrüchte. Die meisten Abwässer (und damit auch die grösste Kalamität) entstehen bei dem stärksten Betrieb, bei der Verarbeitung der Bohnen. In diese Zeit fällt auch das Auftreten der Typusepidemie. Die Bohnen werden entfasert, gewaschen, hierauf gebrochen oder geschnitten und dann abermals gewaschen. Hiernach werden sie in Drahtkörben in die sogenannten Blanchirkessel eingesetzt und daselbst in Wasser vermittelst Dampfzuleitung gekocht. Hierauf werden sie in kaltem Wasser abgekühlt (Bohnenkühlwasser) und in Dosen verpackt, welche luftdicht verschlossen in Autoklaven sterilisirt werden.

Die Abwässer bestehen sonach aus den beiden Waschwässern der Bohnen, dem Bohnenkühlwasser und dem Kochwasser aus den Blanchirkesseln. Dazu kommt noch eine unbedeutende Menge von Spülwasser aus dem Lagerkeller. Berücksichtigt man ihre Entstehungsweise, so stellen sie eine Lösung von pflanzlichen Säften dar, welche leicht fault; ungelöste Stoffe sind in denselben wenig vorhanden. Bei einer solchen Beschaffenheit der Abwässer waren die zu deren Reinigung getroffenen Massnahmen unzweckmässig. Der erste Versuch, bei welchem die Abwässer 8—14 Tage in den Bassins aufgestapelt wurden, sollte eine mechanische Klärung bewerkstelligen. Obwohl eine solche bei der unbedeutenden Menge ungelöster Stoffe überhaupt nicht angezeigt war, so wurde sie auch fehlerhaft durchgeführt, indem die Abwässer viel zu lange

(8—14 Tage) in den Klärbassins verweilten; statt der Klärung wurde eine stinkende Fäulnis erzielt. Auch die bei dem zweiten Versuch angewandte Behandlung mit Aetzkalk konnte nicht zum Ziele führen. Allerdings konnten gelöste organische Stoffe durch den Kalk gebunden werden, aber nur vorübergehend; sie wurden wieder frei, sobald der Kalk an der Luft oder im Wasser Gelegenheit hatte, Monokarbonat zu bilden, und faulten dann auf der Rieselfläche und im Dorfbache. Es muss jedoch betont werden, dass mit einem genügenden Zusatz von Aetzkalk in den Abwässern etwa befindliche Typhusbazillen vernichtet wurden.

Es soll vorläufig unentschieden bleiben, ob diese unzweckmässige Behandlung und Beseitigung der Abwässer für die Entstehung der Typusepidemie verantwortlich gemacht werden muss, sicher ist aber, dass durch sie unhygienische Zustände geschaffen wurden, welche nicht nur starke Belästigungen hervorriefen, sondern auch gesundheitliche Schädigungen im Gefolge haben konnten.

Um der Entstehungsursache der Typhusepidemie nachzugehen, sollen zunächst die zur Kenntnis gelangten Erkrankungsfälle mitgeteilt werden; diese verteilen sich zeitlich geordnet auf folgende Häuser:

Tag der Erkrankung	Name	Stand	Alter nach Jahren	Wohnort H. Haus Nr.
1901				
20. VIII.	Richter, Sophie	Dienstmagd	24	7
25. VIII.	Brand, Frieda	Dienstmagd	16	7
28. VIII.	Kloepper, Heinrich	Kind	7	107
28. VIII.	Dreimann, Friederike	Ehefrau	40	107
1. IX.	Kloepper, Lina	Kind	10	107
1. IX.	Vollmert, Heinrich	Kind	13	75
1. IX.	Grüttemeier, Amalie	Ehefrau	35	143
3. IX.	Detering, Wilhelm	Kind	6½	75
3. IX.	Detering, Eduard	Kind	1½	75
4. IX.	Heistermann, Rudolf	Kind	13	109
6. IX.	Dirks, Anna	Ehefrau	46	12
8. IX.	Dreimann, Gustav	Kind	5	107
8. IX.	Dreimann, Lilly	Kind	3	107
8. IX.	Detering, Heinrich	Kind	3½	75
8. IX.	Grüttemeier, Heinrich	Ehemann	36	143
8. IX.	Günther, Amalie	Ehefrau	38	110
9. IX.	Kloepping, Auguste	Tochter	16	1
10. IX.	Detering, Fritz	Kind	5	75
12. XI.	Klasing, Marie	Dienstmagd	17	29

Fasst man aus dieser Zusammenstellung den Verlauf der Epidemie zusammen, so erkrankten am

20. VIII. 1 Person im Hause No. 7
25. VIII. 1 „ „ „ „ 7
28. VIII. 2 Personen „ „ „ 107
1. IX. 3 „ „ „ „ 107, 75 und 143

3. IX.	2 Personen	im	Hause	No.	75	
4. IX.	1 Person	„	„	„	109	
6. IX.	1 „	„	„	„	12	
8. IX.	5 Personen	„	„	„	107, 75, 143 und 110	
9. IX.	1 Person	„	„	„	1	
10. IX.	1 „	„	„	„	75	

und dann folgt die lange typhusfreie Zeit von 9 Wochen, nach welcher der letzte Fall am 12. XI. im Hause No. 29 eintrat. Epidemiologisch ist dieser Fall belanglos, da ihm kein weiterer folgte; er betraf ein Dienstmädchen Marie Klasing, welche wegen eines schweren Gelenkrheumatismus am 5. XI. in das Krankenhaus gebracht wurde; dort wurde am 12. XI. neben der genannten Erkrankung auch Typhus festgestellt.

Am häufigsten wurden die dicht neben einander liegenden Häuser No. 107 und 75 heimgesucht; in beiden ereigneten sich je 5 Fälle und zwar betrafen diese mit der einzigen Ausnahme der Ehefrau Friederike Dreimann, 40 Jahre alt, nur Kinder im Alter von 3—13 Jahren. Bei der nahen Lage dieser zwei Häuser zu einander und dem hierdurch gegebenen öfteren Verkehr ihrer Bewohner ist es vielleicht berechtigt, beide Häuser als einen Typhusherd anzusehen. Nach den ersten Erkrankungen von Dreimann Friederike und Klöpper Heinrich am 28. VIII. trat der Typhus auf

im Hause Nr.	107	bei	Klöpper Lina . .	am	1. IX.	d. h. nach	5 Tagen,
„ „ „	75	„	Vollmert Heinrich .	„	1. IX.	„ „	5 „
„ „ „	75	„	Detering Wilhelm .	„	3. IX.	„ „	7 „
„ „ „	75	„	Detering Eduard .	„	3. IX.	„ „	7 „
„ „ „	107	„	Dreimann Gustav .	„	8. IX.	„ „	12 „
„ „ „	107	„	Dreimann Lilly . .	„	8. IX.	„ „	12 „
„ „ „	75	„	Detering Heinrich .	„	8. IX.	„ „	13 „
„ „ „	75	„	Detering Fritz . .	„	10. IX.	„ „	14 „

Nimmt man als unterste Grenze der Inkubationszeit für den Typhus abdominalis etwa 8 Tage an, so wird es wahrscheinlich, dass die Erkrankungen nach dem 3. IX. durch Ansteckung von Person zu Person entstanden sind. Dies würde auch im Hause Nr. 143 zutreffen, in welchem der Ehemann Heinrich Grüttemeier 8 Tage nach seiner Frau erkrankte. Wenn sonst Ansteckung von Person zu Person bei mehreren Fällen angenommen werden kann, so ist dies bei anderen wieder nicht der Fall. So spricht die zeitlich kurze Aufeinanderfolge der Erkrankungen im Hause No. 7 am 20. und 25. VIII. und das gleichzeitige Auftreten von zwei Fällen im Hause No. 107 am 28. VIII. dagegen. Ferner muss es auffallen, dass auf der Höhe der Epidemie am 8. IX. an einem Tage Erkrankungen nicht nur in den beiden Häusern No. 107 und 75, sondern auch in dem entfernt davon gelegenen Hause No. 110 auftraten; der zweite Fall im Hause No. 143 wurde als eine Kontaktinfektion aufgefasst. Die zweitgrösste tägliche Erkrankungsziffer fiel auf den 1. IX.; auch diese 3 Fälle verteilen sich auf verschiedene Häuser und sind zeitlich so kurz nach den Erkrankungen im Hause No. 107 am 28. VIII. (4 Tage) aufgetreten, dass eine

Kontaktinfektion ausgeschlossen ist, wenngleich ein Verkehr mit den im Hause No. 7 am 20. und 25. VIII. erkrankten Personen nicht in Abrede gestellt wird.

Es muss somit ausser den Ansteckungen von Person zu Person eine andere gemeinsame Ursache die Typhusepidemie ausgelöst haben.

Zunächst soll untersucht werden, ob das Alter der Erkrankten nicht etwa einen Fingerzeig gibt; es erkrankten im Alter von

Jahren	männlich	weiblich	Summa
1—5	4	1	5
6—10	2	1	3
11—15	2	—	2
16—20	—	3	3
21—30	—	1	1
31—40	1	3	4
41—50	—	1	1
Summa	9	10	19

Es fällt auf, dass die Kinder so zahlreich an der Epidemie sich beteiligten; im Alter von 1—15 Jahren erkrankten 10 Personen (= 52,6% aller Erkrankten). Dies führt zu dem Gedanken, dass ein Nahrungsmittel, welches vorwiegend von Kindern genossen wird, nämlich die Milch, im Spiele gewesen sein kann. Eine solche Annahme trifft jedoch nicht zu; denn die Bezugsquelle der Milch ist keine gemeinsame; es ist vielmehr fast jede Haushaltung im Besitze von Ziegen oder Kühen und bezieht von diesen ihren eigenen Bedarf. Abgesehen davon muss aber darauf nochmals hingewiesen werden, dass bei der Mehrzahl der Kindererkrankungen (bei 6 von 10) die Kontaktinfektion wahrscheinlicher ist. — Andererseits ist aber in dieser Zusammenstellung auffällig, dass sich von den erwachsenen Personen über 16 Jahren fast ausschliesslich die weibliche Bevölkerung an der Epidemie beteiligte; die einzige Ausnahme bildet der Fall Heinrich Grüttemeier. Dieser Mann erkrankte 8 Tage nach seiner Frau, nachdem bei derselben Typhus festgestellt war; sonach ist die Möglichkeit einer direkten Ansteckung auch hier gegeben. Bei solch überwiegender Erkrankungsziffer der Frauen muss man an eine gemeinsame Beschäftigung denken, welche nur von ihnen ausgeführt wird, nämlich das Waschen der Wäsche. Allenthalben wurde zugegeben, dass in dem Dorfbache Wäsche gewaschen wird, dass an demselben auch gelegentlich die Kinder spielen. Es kann sehr wohl das Wasser des Dorfbaches die Übertragung der Typhusbazillen vermittelt haben. Dieser Verdacht wird dadurch bestärkt, dass zu demselben vor und während des Einsetzens der Epidemie das Abwasser der Konservenfabrik floss, dessen unzweckmässige Reinigung offenkundige, bedenkliche hygienische Übelstände hervorrief, und dass ferner der Bach das Wasser einer Quelle aufnimmt, der Feuerteichquelle, welche das Gelände der Fabrik vorher durchfliesst.

Wenn die Verbreitung des Typhus wirklich von der Konservenfabrik ausging, so kann sie durch das Bachwasser oder die dort beschäftigten Arbeiter erfolgt sein; während des Herrschens der Epidemie arbeiteten dort 30 Männer und 90—95 Frauen.

Es ist nun von Interesse nachzusehen, welche Familienmitglieder der Erkrankten in der Fabrik tätig waren und zu welcher Zeit dies der Fall war. In dieser Richtung geben die Arbeiterlisten folgenden Aufschluss:

Namen der Familien, in welchen Typhus-Erkrankungen vorkamen	Diese wohnen im Hause No.	Anzahl der Erkrankten	Von der Familie der Erkrankten haben in der Fabrik gearbeitet	
			Angehörige	von — bis
Kloepper	107	2 Kinder	die Grossmutter	das ganze Jahr
Grüttemeier, Amalie .	143	1 Frau 1 Mann	sie selbst	Januar bis März
Heistermann	109	1 Kind	die Mutter	das ganze Jahr
Günther, Amalie . .	110	1 Frau	sie selbst	vom 19. IV.—3. IX. und vom 12. X.—6. XII.
Klasing, Marie . . .	29	1 Mädchen	sie selbst	vom 19. IV.—20. IX.

Nachweislich krank waren die genannten Mitglieder der Familien Kloepper und Heistermann — die Grossmutter bezw. die Mutter — nicht; diese beiden Frauen können einen so leichten Typhus durchgemacht haben, dass ihr Wohlbefinden nicht merklich gestört wurde. Die Möglichkeit, dass durch sie die Erkrankung auf die Kinder übertragen worden, ist vorhanden. Bezüglich der anderen 3 Frauen, welche selbst erkrankten, ist Folgendes zu bemerken: Grüttemeier, Amalie, arbeitete in der Fabrik vom Januar bis März, sie erkrankte an Typhus erst am 1. September; Günther, Amalie, war vom 19. April bis 3. September dort beschäftigt, am 8. September erkrankte sie; Klasing, Marie, arbeitete in der Fabrik vom 19. April bis 20. September, trat dann am 3. Oktober in den Dienst bei Unkenbolt, Haus No. 29, erkrankte daselbst am 5. November an schwerem Gelenkrheumatismus, wurde in das Krankenhaus verbracht, wo am 12. November Typhus festgestellt wurde. Somit besteht nur für den einen Fall Günther, Amalie, die Möglichkeit einer Infektion innerhalb der Fabrik. Aber selbst, wenn man die beiden Frauen, welche nicht nachweislich an Typhus erkrankt waren, hinzurechnet, so ist doch der Prozentsatz der erkrankten Arbeiter zu gering (von 125 nur 3 = 2,4%), als dass man annehmen könnte, dass hierin allein der Ausgangspunkt einer Epidemie von 19 Fällen zu suchen sei.

Auf anderem Wege noch könnte die Fabrik das Auftreten des Typhus verschuldet haben. Während des Herrschens der Epidemie wurden die Bohnen, ehe sie in der Fabrik zur Verarbeitung kamen, an Familien abgegeben, welche sie in ihren eigenen Wohnungen entfaserten. Diese Bohnen kamen direkt vom Felde und man kann daran denken, dass durch sie der Typhusbazillus verschleppt worden sein kann; wiewohl dies bei dieser Feldfrucht, weil sie nicht im, sondern über dem Erdboden wächst, ziemlich unwahrscheinlich ist. Doch soll auch diese Möglichkeit in den Kreis der Erwägungen gezogen werden. Hierzu dienten die Lohnlisten der Konservenfabrik als Unterlagen.

Namen der Familien, in welchen Typhuserkrankungen vorkamen und in welchen Bohnen entfasert wurden	diese wohnten im Hause No.	Anzahl der Erkrankten	Bohnen wurden entfasert von — bis
Kloepper	107	2 Kinder	3. VIII.—6. IX.
Dreimann	107	1 Frau, 2 Kinder	3. VIII.—23. VIII.
Vollmert	75	1 Kind	3. VIII.—6. IX.
Grüttemeier	143	1 Mann, 1 Frau	3. VIII.—23. IX.
Heistermann	109	1 Kind	3. VIII.—4. X.
Günther	110	1 Frau	3. VIII.—4. X.

Die Bohnen wurden zur Entfaserung im ganzen an 176 Haushaltungen abgegeben. Wollte man annehmen, dass in die 6 Haushaltungen der Typhusbazillus durch die Bohnen verschleppt worden sei, und hierdurch in diesen die doch nicht geringe Anzahl von 10 Erkrankungen (= der Hälfte der überhaupt beobachteten Erkrankungen) veranlasst hätte, so würde dies voraussetzen, dass die Typhusbazillen zahlreich an den Bohnen gehaftet haben müssen. Dann ist aber zu verwundern, dass in den übrigen 170 Haushaltungen keine Typhuserkrankungen durch die Bearbeitung der Bohnen ausgelöst worden sind.

Wenn man sonach dieses Moment für die Aetiologie des Typhus in H. ausschliessen muss, so kann man anderseits den Betrieb der Fabrik nicht dafür verantwortlich machen. Denn von der ganzen dort beschäftigten Arbeiterbevölkerung von 120—125 Personen ist nur bei einer, bei Amalie Günther, der Typhus zeitlich so aufgetreten, dass die Ansteckung in der Fabrik möglicherweise erfolgt sein konnte. Dass die Typhusepidemie nicht von der Konservenfabrik und auch nicht von den Abwässern der Fabrik ihren Ausgang genommen hat, dafür sprechen noch andere Punkte. Von den Personen, welche auf dem Gelände zunächst der Fabrik, dicht bei den Kläranlagen und der zum Rieseln der Abwässer benutzten Fläche wohnen, ist keiner erkrankt. Die Arbeiter, welche die Teiche reinigten, sind immer gesund geblieben, obwohl in letztere die Fabrikabwässer drei Jahre lang eingeleitet worden sind. Man mag einwenden, dass eben zufällig während dieses Zeitraumes keine Typhusbazillen in die Fabrik eingeschleppt worden sind. Aber auch diejenigen Arbeiter, welche während des Herrschens der Epidemie täglich den Kalkrückstand aus den Klärbassins entfernten und das geklärte Wasser auf das Rieselfeld ausschöpften — sonach mit dem verdächtigen Abwasser in Berührung kamen — sind nicht an Typhus erkrankt. Die Entstehung der Typhusepidemie muss daher auf eine andere Ursache zurückgeführt werden.

Wie bereits oben angedeutet wurde, ist die Wasserversorgung von H. nicht einwandfrei. Die Brunnen entsprechen in der baulichen Ausführung (lose Mauerung) nicht mehr den heutigen Anforderungen, zumeist sind sie in bedenklicher Nähe von Abort- oder Dunggruben angelegt, sodass bei den undichten Wandungen ihr Wasser verunreinigt wird. Die Quellen, welche ausserdem noch benutzt werden, sind zum Teil gar nicht, zum Teil ungenügend und unzweckmässig gefasst. Zu diesen Misständen kommt noch der weitere, dass viele der Brunnen zur trockenen Jahres-

zeit in ihrer Wasserlieferung so stark abnehmen, dass sie nicht mehr benutzt werden können. Die Dorfbevölkerung ist dann zumeist auf das Quellwasser angewiesen. Hat doch dieser Wassermangel dazu geführt, dass nach der Typhusepidemie einige Private zusammentraten und eine zentrale Quellwasserleitung schufen, welche einen Teil der Häuser des Dorfes versorgt.

Als im Herbst 1901 die Typhusepidemie ausbrach, waren vorher die Brunnen in ihrer Leistungsfähigkeit stark zurückgegangen; die Dorfbewohner konnten den Bedarf nicht mehr aus den bei ihren eigenen Häusern befindlichen Brunnen decken und bezogen das Wasser von den Quellläufen in ihrer Nachbarschaft.

Bei den über den Ursprung der Typhusepidemie angestellten Ermittelungen musste es auffallen, dass bis auf eine Ausnahme sämtliche Erkrankten oder deren Angehörige erklärten, das Wasser zum Trinken aus dem Laufe einer Quelle geholt zu haben, welche Eigentum des Bauern Dreimann, Haus No. 13 ist; die einzige Person, welche von diesem Wasser angeblich nicht getrunken hatte, war Marie Klasing, dieser Fall kommt, wie schon erwähnt, ätiologisch ausser Betracht, da die Erkrankung erst am 12. XI. eintrat. War somit der Verdacht eines ursächlichen Zusammenhanges für dieses Wasser gegeben, so war es angezeigt, dieses einer eingehenden Prüfung zu unterziehen und seine Beschaffenheit mit derjenigen der anderen Quellen zu vergleichen.

Am südlichen Fussrand der . . . burg entspringen in West-Ost-Richtung drei Quellen (vergl. Kartenanlage), nämlich die sogenannte Feuerteichquelle, die Quelle von Unkenbolt (Haus No. 29) und die Quelle von Dreimann.

a) Die Feuerteichquelle.

Das Wasser entquillt dem Boden an zwei, nahe bei einander liegenden Stellen, den eigentlichen Quellen. Diese stellen vollständig mit Gras und Schilf verwachsene Tümpel von etwa 0,5 m Durchmesser und 20—25 cm Tiefe dar. Hier holen die Mietsbewohner der Häuser am Berge No. 57 (Jaeger) und No. 32 (Koch) das Wasser zum Trinken und Gebrauch. Dicht darunter ist der ehemalige Feuerteich als versumpfte Stelle erkenntlich. In schmalem Rinnsal von etwa 30 cm Breite fliesst das Quellwasser offen ab, zunächst zu der Schöpfstelle von Decker (Haus Nr. 31), dann zu denen von Schlepper (Haus No. 58) und von Jaeger (Haus No. 57). Diese Schöpfstellen sind ausgehobene Tümpel von etwa 1—1½ m Durchmesser und 0,5 m Tiefe. Aus ihnen wird das Wasser zum Gebrauch und Genuss entnommen; sämmtliche sind unsauber; nur bei dem von Jaeger ist eine primitive Holzrinne als Einlauf eingelegt. Von hier fliesst das Wasser durch einen Durchlass unter dem Fahrweg zu einem Graben, welcher aus zwei kleineren, am Bergeshang in gleicher Höhe wie die Feuerteichquelle entspringenden Quellen entsteht. An dieser Stelle wird das Wasser zum Teil nach der Konservenfabrik abgeleitet, wo es im Betriebe und im Wohngebände verwendet wird; der grössere Anteil des Wassers bildet innerhalb des Fabrikgeländes einen oberen und drei untere Teiche und fliesst dann als Bach durch das Dorf. Die Fabrikabwässer flossen kurz vor der Stelle in den Bach ein, wo er unter der Chaussee nach D. durchfliesst; dieser

Zufluss war längs der Chaussee verlängert und bildete den Sammelgraben für das dahinter liegende Rieselgelände.

b) Die Quelle von Unkenbolt.

Diese entspringt östlich von der ersteren; sie ist durch ein gemauertes Bassin gefasst, welches mit einem Holzdeckel gut geschlossen ist. Allerdings ist die Mauerung nicht über Boden geführt, weshalb sich das Wasser bei Regen trübt. Durch eine Bleirohrleitung wird das Wasser nach einer Zapfstelle im Hause No. 29 geführt, wo es zum Trinken und Kochen benutzt wird. Der Ueberlauf fliesst nach dem Abfluss der Feuerteichquelle ab.

c) Die Quelle von Dreimann.

Als eigentlicher Ursprung der Quelle muss der Austritt des Wassers aus dem Boden auf dem Grundstück von Schröder (No. 27) aufgefasst werden; darüber liegen allerdings noch einige Wasseraustritte, deren Abflüsse sich mit dieser Quelle vereinigen, jedoch ihre Wasserlieferung ist unbeständig. Die Quelle ist nicht gefasst, sondern es ist nur ein Tümpel ausgehoben; hieraus schöpfte die Nachbarschaft ihr Trinkwasser, unter Anderem auch die Familien Günther und Heistermann (Häuser No. 110 und 109), in welchen Typhuserkrankungen vorkamen. Der Abfluss der Quelle bildet nach kurzem Wege einen Teich (als „Zwischenteich" bezeichnet), von welchem das Wasser zum Teil nach dem Dorfbach abfliesst, zum Teil in einer Drainröhrenleitung nach dem Garten von Dreimann (Haus No. 13) geleitet wird. Dort befindet sich ein gemauertes Bassin, von welchem eine Rohrleitung zu zwei Zapfstellen in dem Wohnhause von Dreimann abgeht; der Ueberlauf ergiesst sich in einen dicht bei dem Bassin liegenden offenen Schöpfbrunnen und von diesem in einen Teich; schliesslich fliesst das Wasser nach dem Dorfbache ab. Das Bassin ist schlecht abgedeckt, so dass von dem angrenzenden (gedüngten) Gartenland Niederschlagwasser nach diesem abfliessen kann. In dieser Beziehung ist noch zu bemerken, dass die Quelle von Dreimann in ihrem ganzen Verlauf dem Zutritt von Flüssigkeiten aus Abort- und Dunggruben stärker ausgesetzt ist als die Feuerteichquelle; bei der Quelle von Unkenbolt ist dies ausgeschlossen.

Aus dem Schöpfbrunnen von Dreimann und den Zapfstellen in seinem Hause holten die erkrankten Dorfbewohner das Trinkwasser; in dem nebenliegenden Teiche wurde Wäsche gewaschen.

Die eben geschilderten Quellenläufe wurden an verschiedenen Stellen am 1. Juli 1902 untersucht; dabei ergab sich folgendes (siehe Tab. S. 11).

In Rücksicht darauf, dass diese drei Quellen auf einer örtlich eng begrenzten Fläche entspringen, muss die verschiedenartige chemische Zusammensetzung ihres Wassers auffallen: die gelösten Stoffe (Rückstand) sind bedeutend reichlicher in der Quelle von Dreimann, als in der Feuerteichquelle und in dieser wieder als in der von Unkenbolt. Der erstere Unterschied ist durch die Gegenwart von Schwefelsäure und die grössere Härte, also durch das Vorhandensein von Gips, bedingt. In der Feuerteichquelle sind noch Spuren von Schwefelsäure nachweisbar und die Härte ist grösser als in der Quelle von Unkenbolt. Die Quellen gehören sonach einem gemeinsamen Grundwasserzug nicht an. Dafür spricht auch, dass zu regenarmen Zeiten

Entnahmeort	Aussehen des Wassers	Suspendirte Stoffe	1 l Wasser enthielt mg								Die Härte betrug in deutschen Graden	Anzahl der Keime in 1 ccm Wasser
			Rückstand bei 100°	Glühverlust	Oxydirbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Schwefelsäure (SO_3)	Chlor	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Ammoniak		
Feuerteichquelle												
am Ursprung .	farblos	Minimale Mengen	85,0	16,6	0,8	Spur	12,0	0	0	0,3	2,7	1 880
bei Schlepper .	"		87,5	26,0	15,0	"	14,0	0	0	0	2,5	14 470
bei Jaeger . . .	"		85,0	27,0	13,0	"	13,0	0	Spur	0,4	2,4	66 780
in der Konservenfabrik (Zapfstelle im Nebengebäude)	"		98,0	38,0	6,0	0	13,0	0	0	0,1	2,6	83 440
Quelle von Unkenbolt												
an der Zapfstelle im Hause	farblos	Minimale Mengen	36,0	11,6	4,7	0	9,0	0	0	Spur	0,5	950
Quelle von Dreimann												
am Ursprung .	farblos	Minimale Mengen	266,0	99,0	23,0	35,3	14,0	0	0	0	7,5	12 790
am Zwischenteisch	schwach gelblich		239,0	86,0	8,3	37,4	16,0	0	0	0,25	6,9	39 630
am offenen Schöpfbrunnen	gelblich		266,0	97,0	9,9	28,1	18,0	0	0	0,15	7,0	95 760
an der Zapfstelle im Hause	farblos		259,0	80,0	7,2 (6,5)*	30,6	15,0 (14,16)	0 (0)	0 (0)	Spur (0)	7,2	82 030
am Teich bei dem Schöpfbrunnen	gelblich		208,0	75,0	19,5 (23,29)	27,8	15,0 (24,78)	0 (0)	0 (0)	0,1 (0)	6,4	Unzählbar

die Feuerteich- und Unkenbolt'sche Quelle in ihrer Wasserlieferung nachlassen, während dies bei der von Dreimann nicht, oder wenigstens nicht in auffälligem Masse der Fall ist. Dass dort nahe bei einander Wasser verschiedener Beschaffenheit dem Boden entströmt, ist aus der geologischen Struktur des Gebirges, und insbesondere der ... burg, erklärlich; dieses Gebiet ist besonders reich an Verwerfungsspalten. Es ist zu vermuten, dass das Quellwasser von Dreimann in einer grösseren Verwerfungsspalte

*) Die eingeklammerten Zahlen sind die Untersuchungsergebnisse von Dr. T. (Städtisches Untersuchungsamt in B.) vom 3. September 1901.

zufliesst und demnach auch ein weiteres Sammel- (Niederschlags-) Gebiet besitzt; während die beiden anderen Quellen nur sogenannte Flachquellen sind. Bei diesen legt das Wasser einen geringeren Weg im Boden, vielleicht auch in anderen Gesteinsarten zurück, und hat weniger Gelegenheit, unorganische Bestandtheile zu lösen.

Für die Entstehung der Typhusepidemie sind diese Eigenschaften der Quellwässer natürlich ohne Belang; hier kommen nur diejenigen Veränderungen in Betracht, welche das Wasser nach seinem Ursprung an der Bodenoberfläche erfährt. Die Stickstoffverbindungen, Ammoniak, salpetrige Säure und Salpetersäure, lassen eine Verunreinigung der drei Quellwässer nicht erkennen. Bemerkenswert ist, dass der an sich nicht hohe Gehalt an Chlorverbindungen in der Quelle von Unkenbolt, welche allein zweckmässig gefasst ist, am niedrigsten ist. Trotz der geringen Unterschiede darf man die höheren Zahlen bei den beiden anderen Quellen als eine Verunreinung auffassen, zumal die Oxydirbarkeit auch bei der Unkenbolt'schen Quelle am niedrigsten war. Die Untersuchungsergebnisse, welche Dr. T. am 3. September 1901, also während des Herrschens der Epidemie, an dem Wasser der Dreimann'schen Quelle gewann, stimmen mit denen vom 1. Juli 1902 gut überein. Das Wasser aus dem Teich bei dem Schöpfbrunnen hatte damals aber eine ungünstigere Beschaffenheit durch einen höheren Chlorgehalt und eine grössere Oxydirbarkeit.

Deutlich kommt die Verunreinigung, welche die Quellwässer während ihres Verlaufes an der Bodenoberfläche erlitten, zum Ausdruck durch die Keimzahlen. Dieser Befund ist um so wichtiger, als er die Möglichkeit einer bakteriellen Verunreinigung des Wassers, gegebenen Falles auch durch Typhusbazillen, bestätigt. In dieser Beziehung ist das Wasser der Unkenbolt'schen Quelle wieder am besten; das der Feuerteichquelle ist an seinem Ursprung, weil die Quelle nicht gefasst ist, schon schlechter und wird in seinem Verlauf bis zu der Zapfstelle in der Fabrik dermassen durch Bakterien verunreinigt, dass es schon nach diesem Befunde allein als Trinkwasser zu beanstanden ist. In noch höherem Masse ist dies aber bei der Quelle von Dreimann der Fall; schon am Ursprung ist das Wasser durch schmutzige Zuflüsse von oben her derart bakterienreich, dass es bereits dort als Trinkwasser zu verwerfen ist; dieser Befund wird im weiteren Verlauf noch ungünstiger, im Teich bei dem Schöpfbrunnen, wo Wäsche gespült wird, waren die Keime unzählbar. Dass bei diesem Wasser eine grobe Verunreinigung vorliegt, dafür spricht auch, dass das anfangs farblose Wasser später (d. h. im Zwischenteich und am Schöpfbrunnen) eine gelbliche Farbe zeigte. Selbst in dem Wasser aus dem Zapfhahn im Hause Dreimann's schwammen noch suspendirte Stoffe und es hat sicher auch eine Ablagerung von solchen in der Rohrleitung stattgefunden; hätte man diese in Bewegung gebracht, so wäre das Wasser auch dort nicht mehr farblos gewesen.

Es hat sich sonach ergeben, dass in H. das Wasser von zwei Quellen getrunken wurde, welche beide groben bakteriellen Verunreinigungen ausgesetzt sind. Wenn fernerhin alle Personen, welche das Wasser aus der einen Quelle, der Feuerteichquelle, genossen, gesund geblieben sind, dagegen aber die Personen, welche Wasser aus der Dreimann'schen Quelle tranken, an Typhus erkrankten, so liegt die Wahrscheinlichkeit nahe, dass zu letzterem Wasser mit den anderen Bakterien auch Typhusbazillen zeit-

weise gelangt sind. Zur Begründung dieser Möglichkeit sei nochmals betont, dass nach dem Augenschein die Dreimann'sche Quelle stärker dem Zutritt von Flüssigkeiten aus Abort- und Dunggruben ausgesetzt ist als die Feuerteichquelle. Unaufgeklärt bleibt allerdings die auffallende Thatsache, dass in dem Hause No. 13, wo jedenfalls das Wasser am häufigsten benutzt wurde, niemand an Typhus erkrankt ist.

Wie und wann zu dieser Quelle Typhusbazillen gelangt sind, hat sich nicht mehr feststellen lassen. Als in H. die Epidemie auftrat, kamen auch in 6 Nachbarorten Typhusfälle vor; möglicherweise erfolgte von dorther die Einschleppung.

Um derartigen Vorkommnissen wie diese Typhusepidemie vorzubeugen, wird eine Besserung der sanitären Verhältnisse von H. nach folgenden Richtungen hin empfohlen.

Die Massnahmen, welche bisher zur Reinigung und Beseitigung der Abwässer aus der Konservenfabrik getroffen wurden, waren unzweckmässig und hatten bedenkliche hygienische Uebelstände im Gefolge. Nach der Beschaffenheit der Abwässer zu urteilen, welche im Wesentlichen eine Lösung von pflanzlichen Säften darstellen, scheint eine sachgemässe Durchführung des sogenannten biologischen Verfahrens ohne Anwendung eines Faulraumes am ehesten Aussicht auf Erfolg zu bieten. Bei dem Wechsel der Menge und Beschaffenheit der Abwässer je nach der Verarbeitung der betreffenden Feldfrüchte muss das Nähere bezüglich der Einrichtung dieses Verfahrens dem spezialtechnischen Sachverständigen überlassen werden.

Der Wassermangel in H. zu regenarmen Zeiten ist an sich schon ein hygienischer Missstand; dabei sind die meisten der gegenwärtigen Wasserbezugsquellen nicht einwandsfrei. Hierin liegt eine weitere Gefährdung der Gesundheit, welcher wirksam dadurch entgegen getreten werden kann, dass die bestehende zentrale Wasserversorgung erweitert und tunlichst jedes Haus an diese angeschlossen wird. Zu erwägen wäre, ob nicht die von B. kommende D.'er Trinkwasserleitung hierzu herangezogen werden könnte.

Eine dauernde Gefahr bilden undichte oder schlecht abgedeckte Abortgruben, da durch diese der Boden verunreinigt wird und Ansteckungserreger verschleppt werden können. Es wäre daher die Dorfbevölkerung anzuhalten, die Gruben nach dieser Richtung zu verbessern und in geordnetem Zustande zu erhalten.

(Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten in Hamburg).

Über die Vernichtung von Ratten an Bord von Schiffen als Massregel gegen die Einschleppung der Pest.

Von

Physikus **Dr. Nocht**
Hamburgischem Hafenarzt, Chefarzt des Seemannskrankenhauses und Instituts für Schiffs- und Tropenkrankheiten, Mitglied des Reichsgesundheitsrates.

und

G. Giemsa
chemisch-pharmazeutischem Assistenten am Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten in Hamburg.

Die Pest folgt in ihrer Verbreitung vorwiegend dem Seeverkehr. Fast immer sind es Hafenorte, die in neu befallenen Ländern zuerst ergriffen werden. Ins Innere ist dann die Krankheit — abgesehen von den besonderen Verhältnissen in Indien — meist nur sehr langsam oder garnicht gedrungen. Von einem Hafen zum anderen aber wird die Krankheit leicht und oft auf die weitesten Entfernungen hin verschleppt. Dabei hört man nur selten von Pesterkrankungen der Reisenden und Besatzungen an Bord von Schiffen und in kaum einem Fall konnte bisher der epidemische Ausbruch der Seuche in einem Hafen mit Sicherheit auf Einschleppung des Pestkeims durch kranke Menschen zurückgeführt werden (vgl. auch Kossel und Nocht, „Über das Vorkommen der Pest bei den Schiffsratten und seine epidemiologische Bedeutung", Arbeiten a. d. Kais. Gesundheitsamte Bd. XIII, 1901).

Es sind die Ratten an Bord der Seeschiffe, welche für die Verbreitung der Pest durch den Seeverkehr hauptsächlich verantwortlich gemacht werden müssen. Fast jedes Schiff beherbergt diese Tiere in mehr oder weniger grosser Anzahl, einzelne Schiffe haben hunderte und tausende dieser für die Pest so empfänglichen Nager an Bord. Auf den Kauffahrteischiffen halten sich die Ratten hauptsächlich unter Deck in den Laderäumen auf. Sie nähren sich von der Ladung (Getreide, Mehl, Reis, Kleie, Früchte, Erdnüsse, Palmkerne, Sesamsaat und vieles andere). Zum Trinken genügt ihnen die an den eisernen Schiffswänden im Innern der Laderäume sich niederschlagende Feuchtigkeit.

Während der Reise kann sich das Leben und Treiben der Ratten in den Laderäumen ganz unbemerkt abspielen. Erst im Hafen, nach dem Öffnen der Ladeluken und beim Ein- und Ausladen der Güter kommen sie zu Tage. Sie wandern dann

mit der Ladung auf das Land hinüber und aus den Speichern kommen andere Ratten an Bord. Namentlich bei Nacht kann man diese Wanderungen der Tiere an Bord und von Bord sehr häufig beobachten.

Wenn in einem verseuchten Hafen pestinfizierte Ratten an Bord gelangen, kann es auf dem Schiff während der folgenden Reisen zu einer seuchenhaften Verbreitung der Pest unter den Ratten kommen. Wiederholt sind innerhalb der letzten Jahre in europäischen Häfen auf Schiffen Pestratten nach dem Öffnen der Luken zwischen dem Ladegut gefunden worden. Solche Fälle wurden z. B. in Marseille, in Bristol, in Hamburg beobachtet (vgl. o.). In Hamburg haben wir bisher schon drei solche Schiffe gehabt. Nach der Berufung des deutschen Reichsgesundheitsrates hat der Pestausschuss dieser Körperschaft einen Unterausschuss gebildet (Vorsitzender: Geh. Med.-Rat Prof. Koch, Mitglieder Geh. Ob. Med.-Rat. Prof. Kirchner, Reg.-Rat Prof. Kossel, Hafenarzt Physikus Nocht), der sich eigens mit der Frage zu beschäftigen hat, wie der grossen Gefahr, die den deutschen Häfen durch die Ankunft von Schiffen mit pestinfizierten Ratten an Bord droht, zu begegnen ist. Es handelt sich dabei sowohl um allgemeine Massregeln zur Niederhaltung der Rattenplage in den Häfen und auf den Schiffen, wie um die Behandlung der besonderen Fälle, in denen die Gefahr der Einschleppung der Pest durch Schiffsratten besonders nahe liegt.

Um die allgemeine Rattenplage in den Speichern und auf den Schiffen zu bekämpfen, sind schon eine Menge von Massnahmen empfohlen und angewendet worden. Besonders schwierig ist die Aufgabe in den Speichern auf dem Lande. Diese Gebäude sind meist nicht vollständig geschlossen, sondern sie haben eine oder zwei offene Längswände, (nach der See- und nach der Landseite), um das Bewegen der Ladung zu erleichtern. Da die Speicher deshalb, auch wenn sie leer sind, nicht mit irgend einem rattentötenden Gas angefüllt werden können, so ist man auf Rattengift und rattenfangende Tiere angewiesen. Von den vielen in Gebrauch befindlichen Rattengiften kann eigentlich nur der Phosphor empfohlen werden, weil phosphorhaltige Nahrung fast immer gern von den Ratten angenommen wird, namentlich wenn sie recht fett ist und weil ferner das Gift sich nicht lange hält, sondern bald oxydiert und unwirksam wird. Bei Giften wie Strychnin und Arsen besteht die Gefahr, dass sich namentlich dort, wo man recht gewissenhaft und fleissig Gift legt, allmählich grössere Mengen unverzehrten, aber wirksam bleibenden Giftes ansammeln, den Gütern beigemischt werden und zu unbeabsichtigten Vergiftungen führen. Es gibt allerdings ein Mittel, das anscheinend nur für Ratten giftig ist, nämlich die Meerzwiebel (Bulbus Scillae). Die Meerzwiebelpräparate müssen aber immer von ganz frischen Pflanzen bereitet sein, und diese hat man nicht immer zur Hand. Auch kann man die käuflichen Giftspeisen schwer auf ihre Herstellungsweise kontrollieren. Phosphorhaltige Köder sind, so lange sie wirklich nach Phosphor riechen, auch gut wirksam. Als rattenfangende oder vertreibende Tiere kommen Hunde, Katzen, Frettchen und Mangusten (Mungos) in Betracht. Rattenfangende Hunde finden sich unter allen Hundearten, alle Hunde müssen aber darauf besonders dressiert und geprüft werden. Gute Rattenhunde sind sehr eifrig und gewissenhaft und in Speichern sehr brauchbar. An Bord mangelt es ihnen an Gewandtheit und Kletterfähigkeit. An Deck herum-

laufende Ratten fangen sie gut, für die Laderäume sind sie nicht zu gebrauchen. Auch Katzen müssen erst geprüft werden, viele Katzen vertragen sich mit den Ratten ganz gut. Namentlich an Bord werden Katzen leicht träge und stumpf. Frettchen und Mungos sind auf Schiffen wie in Speichern vorzüglich zu gebrauchen. Sie sind Nachträuber und gehen des Nachts den Ratten überall hin nach, bedürfen aber vorher der Dressur. Rattenscharfe Frettchen greifen jede Ratte, die sie merken, sofort an und ruhen nicht eher, als bis sie tot gebissen ist. Sie kriechen in alle Löcher und vermögen auch die Laderäume an Bord ziemlich rattenfrei zu halten. Allerdings können sie lange nicht so gut klettern wie die Ratten selber, an glatten, eisernen Säulen können sie nicht hinauf, was die Ratten ohne weiteres fertig bringen. Die Frettchen bedürfen sehr sorgfältiger Pflege, sie müssen häufig Milch und wenn sie keine Ratten finden, auch frisches Fleisch bekommen, ferner müssen sie sehr reinlich gehalten werden. Ihre Wärter kennen sie bald gut. Am besten werden sie an Bord des Abends vom Wärter in die Laderäume gebracht und am andern Morgen wieder hervorgelockt. Nicht selten fehlt dann aber das eine oder andere der Tiere, das sich verklettert hat und nicht wieder heraus findet. Geflügel kann weder an Bord von Schiffen noch in Speichern zusammen mit Frettchen gehalten werden, da sie sich mit eben solcher Mordgier wie auf Ratten auf alles Geflügel stürzen. Ein grosser Nachteil ist die geringe Widerstandsfähigkeit der Tiere gegen Kälte. Sie halten sich an Bord nur auf Reisen nach warmen Gegenden und gehen in unsern Speichern im Winter massenhaft ein. Bei sorgfältiger Pflege und in mildem Klima sind aber die Frettchen ausgezeichnet geeignet, um das Überhandnehmen der Ratten an Bord und in Speichern zu verhindern.

In vielen Häfen werden an die Ankerketten, Taue und Trossen, mit denen die Schiffe festgemacht sind, Trichter oder Besen befestigt, um zu verhindern, dass Ratten von Bord ans Land oder umgekehrt gelangen. Solche Vorrichtungen sind jedoch wenig zuverlässig, weil sich die Trichter und Besen sehr leicht verschieben und dann den Ratten ihre Wanderung eher erleichtern, statt sie zu erschweren. Überdies vermögen die Ratten, wenn sie nur eine Spur von Anhalt haben, auch an den Schiffswänden selbst hinauf- und hinabzuklettern. Namentlich gut klettert Mus rattus, die viel gewandter ist als Mus decumanus, und dies ist vielleicht der Grund, dass sich Mus rattus überwiegend noch überall an Bord findet, während sie auf dem Lande fast gänzlich durch Mus decumanus verdrängt ist.

Während offene Speicher sehr schwer mit Gasen, die in alle Schlupfwinkel der Ratten dringen und sie dort töten, anzufüllen sind, gelingt dies an Bord von Schiffen verhältnismässig leicht und es sind deshalb Räucherungen seit langer Zeit zur Vernichtung von Ratten und anderem Ungeziefer an Bord in Anwendung. Am meisten wird hierzu schweflige Säure, durch Verbrennen von Schwefel erzeugt, benutzt. In Hamburg verbrennen wir den Schwefel zusammen mit Holzkohlen. Auf 1000 Kubikmeter Laderaum sollen mindestens 10 kg Schwefel und 20 kg Holzkohle langsam verschwelt werden. Dabei müssen die Laderäume gut abgedichtet und mindestens 10 Stunden lang verschlossen gehalten werden. Nach dem Ausräuchern werden oft hunderte von verendeten Ratten aufgefunden. Sehr oft findet man die Kadaver um

die schwelenden Feuer herum liegen. Ebenso wie die in den Laderäumen selbst durch Verbrennen von Schwefel erzeugte schweflige Säure wirkt natürlich das Einleiten von fertiger schwefliger Säure, die ja in verflüssigter Form (in Bomben komprimiert) in grossen Mengen käuflich zu haben ist. Auf seinen Gehalt an schwefliger Säure ist auch die rattentötende Wirkung des Piktolin zurückzuführen. Dies Präparat, ein von R. Pictet, ursprünglich zu anderen Zwecken, hergestelltes Gemisch aus schwefliger Säure und Kohlensäure, kommt ebenfalls in verflüssigter Form in eisernen Bomben in den Handel. Die mit Piktolin zu behandelnden Räume müssen möglichst leer sein. In Fällen, in denen in den Laderäumen noch grössere Kehrichthaufen, Matten, Strohhaufen, Säcke, Kisten, unter die sich die Ratten verkriechen konnten, herumlagen, ist es uns nicht gelungen die Tiere in diesen Schlupfwinkeln durch Einleiten von Piktolin in die Laderäume zu töten.

Ferner muss das Piktolin durch ein besonderes Röhrensystem mit vielen seitlich angebrachten Öffnungen überall hin, besonders nach den Ecken und Winkeln geleitet werden, weil es sich sonst nicht genügend gleichmässig verteilt. Auf 100 Kubikmeter Laderaum müssen hier im Winter mindestens 2 kg, im Sommer mindestens 1 kg verdampft werden. Die Räume müssen mindestens 3 Stunden der vollen Wirkung des Piktolin ausgesetzt und deshalb geschlossen bleiben.

Trotzdem die Wirkung des Piktolin sich in viel kürzerer Zeit vollzieht (3 Stunden) als das Ausräuchern durch Verbrennen von Schwefel und Kohle und trotzdem die Anwendung des Piktolin nicht feuergefährlich ist und daher auch z. B. des Nachts erlaubt werden kann, haben die Reeder und Kapitäne nur selten von dem Mittel Gebrauch gemacht, weil seine Anwendung sich ungefähr doppelt so teuer stellt als das Ausräuchern.

Sowohl das Giftlegen wie das Ausräuchern und die Piktolinbehandlung leiden an der Unvollkommenheit, dass sie nur in leeren Laderäumen angewendet werden können. Rattengift kann nur in den oberen, für Menschen zugänglichen Schichten der Ladung ausgelegt werden. Verbrennen von Schwefel und Kohle ist für die Ladung feuergefährlich, und das für die sichere Wirkung des Piktolin nötige verteilende Röhrensystem kann, so lange die Räume vollbeladen sind, nicht angebracht werden. Neuerdings hat eine englische Firma (Clayton) einen Apparat konstruirt, in welchem bei hoher Temperatur Schwefel verbrannt wird. Das Gas, das neben schwefliger Säure auch geringe Mengen Schwefelsäure enthält, wird mittels einer Ventilationsmaschine in die Laderäume eingeleitet und soll teils als Feuerlöschmittel, teils zum Töten von Ratten und anderem Ungeziefer an Bord, teils zum Desinfizieren dienen. Nach den in England und Frankreich damit angestellten Versuchen erfüllt der Apparat die in dieser Hinsicht an ihn gestellten Erwartungen. Der Erfinder des Apparates behauptet ferner, dass das Gas sowohl für die Kajütenausstattung, wie für die Ladegüter in den Laderäumen ganz unschädlich sei und daher auch zum Töten der Ratten auf beladenen Schiffen, ehe die Ladeluken geöffnet werden und die Ladung bewegt wird, benutzt werden könne. Es ist richtig, dass trockne Dinge von schwefliger Säure in Gasform nur sehr wenig angegriffen werden, selbst poliertes Metall ausser Stahl wird durch einmaliges Einwirken des Gases nur ganz oberflächlich verändert, so dass es

durch leichtes Putzen wieder rein und glänzend wird. Indessen gibt es doch eine Reihe von Ladegütern, die durch schwetlige Säure sehr stark verändert werden. Namentlich gilt dies von frischen Früchten. Auch getrocknete Früchte nehmen grosse Mengen von schwefligsaurem Gas auf. Ebenso Mehl, Fleisch und vieles andere. Durch Geruch und Geschmack ist die Beimischung des Gases nur schwer nachzuweisen wohl aber durch die chemische Analyse. Diese Eigenschaft der schwefligen Säure erklärt ja auch ihre ausgedehnte Benutzung als Konservierungsmittel. Solange nicht umfassendere Untersuchungen darüber vorliegen, welche Frachtgüter von gasförmiger schwefliger Säure angegriffen und beschädigt werden und welche intakt bleiben, kann man nicht dazu raten, beladene Schiffe mit dem Claytonschen Gas zum Töten der Ratten in den Laderäumen zu behandeln, weil man dabei doch Gefahr laufen kann, grosse Werte zu vernichten und schweren Schadensersatzansprüchen gegenübersteht. Übrigens ist in Hamburg von verschiedenen Seiten auch schon darüber geklagt worden, dass der Schiffskörper selbst durch wiederholtes Räuchern mit schwefliger Säure angegriffen wird. Namentlich sollen die Wände von Stahlschiffen viel schneller und tiefer als gewöhnlich rosten, wenn das Schiff erst mehrere Male mit schwefliger Säure behandelt ist. Eine wiederholte Behandlung der Schiffe womöglich jedesmal nach Beendigung einer Reise ist aber für unsere Zwecke durchaus notwendig[1]).

Es bedarf deshalb eines gasförmigen Mittels, das jederzeit und beliebig oft in die mit Frachtgütern gefüllten Lagerräume hinuntergeleitet werden kann und dort die Ratten vernichtet, ohne dass der Schiffskörper oder die Frachtgüter dadurch beschädigt werden.

Ein solches Gas schien sich zunächst in der Kohlensäure zu bieten, die bei uns überall in bequem zu handhabender Form in eisernen Behältern zur Verfügung steht. Schon im Herbst 1899 wurden in Hamburg Versuche zum Töten von Ratten an Bord angestellt, noch ehe der Fall des Dampfers Polis Mytilini bekannt geworden war. Auf diesem Schiff war bekanntlich bei seiner Ankunft in Triest ein Pestfall festgestellt worden. Bei der Desinfektion und Reinigung der unteren Schiffsräume fand man neben mit gährender Melasse gefüllten Fässern sehr viele tote Ratten, und man nahm an, dass sie durch die Kohlensäure, die der Melasse entströmte, getötet waren. Auf Grund dieser Beobachtung ist von Apéry empfohlen worden, jedes verdächtige Schiff mit Kohlensäure zu behandeln, um die Ratten an Bord zu töten. Man sollte in dem Bilschraum der Schiffe einen Apparat aufstellen, in dem sich aus Karbonaten und Säure Kohlensäure entwickelt oder sie aus Behältern, die sie in flüssiger Form enthalten, in die Bilsch einströmen lassen. Dies solle womöglich schon geschehen, wenn das Schiff sich noch auf hoher See befindet und mehrere Male wiederholt werden. Durch ein in die Bilschräume hinuntergelassenes Licht könne man sich leicht davon überzeugen, ob genügend Kohlensäure (Verlöschen des Lichts) in den unteren Schiffsräumen vorhanden sei. Ein Licht verlischt schon in einer Luft, die 12 % Kohlensäure enthält. Ratten vermögen aber in einer solchen

[1]) Vgl. auch: Jacques Destruction des Rats. Revue d'hygiène. Febr. 1903.

Atmosphäre noch sehr gut zu leben. Sowohl Ratten wie Kaninchen, auch Hunde können stundenlang, wenn auch mit den Zeichen starker Atemnot in einer Atmosphäre, die 30 % und darüber Kohlensäure enthält, sich am Leben erhalten.

In der Praxis kann nur schwer beurteilt werden, wieviel von dem Kubikinhalt eines noch nicht geöffneten Laderaums durch Luft und wieviel durch Ladung eingenommen ist, man müsste deshalb, um auf eine sichere Wirkung der Kohlensäure rechnen zu können, im allgemeinen wenigstens die Hälfte der für einen leeren Raum nötigen Kohlensäure in gefüllte Laderäume einleiten. Da auf einem leeren Schiff aber ein Gehalt von 30 % Kohlensäure noch nicht genügt, um alle Ratten in den Laderäumen in kurzer Zeit mit Sicherheit zu töten, man vielmehr mindestens 40 % Kohlensäure einleiten müsste, so muss auf einem beladenen Schiff mindestens 20 % des Raumgehalts mit Kohlensäure erfüllt werden. Auch sonst zeigen die Angaben von Apéry, dass er praktische Versuche zur Begründung seiner angeblichen Erfindung nicht gemacht hat. Die Kohlensäure entströmt den gewöhnlichen Bomben nur in sehr feinem Strahle. Die Behälter sind für das schnelle Entweichen grosser Mengen von Gas nicht eingerichtet. Die Austrittsöffnungen und Rohrleitungen werden sehr bald durch feste Kohlensäure verstopft und müssen mit heissem Wasser aufgetaut werden. Dies wiederholt sich immer von neuem und es ist mit den gewöhnlichen Kohlensäurebehältern unmöglich, grosse Mengen von Kohlensäure in kurzer Zeit frei zu machen. Wir haben die von uns benutzten Stahlcylinder mit einer besonderen Einrichtung versehen lassen, so dass nicht gasförmige, sondern flüssige Kohlensäure wie aus einem Syphon ausströmte. Erst dadurch gelang es uns in annehmbarer Zeit grössere Mengen von Kohlensäure in die Laderäume hineinzubekommen. Der Haupteinwand gegen die Benutzung der Kohlensäure bildet ihre Kostspieligkeit. Ein Kilogramm des verflüssigten Gases kostet 0,50 Mark. Dieser Preis könnte vielleicht bis auf 0,30 Mark ermässigt werden, immerhin würde der Aufwand für die Behandlung eines Seedampfers von mittlerer Grösse (3000 cbm Laderaum) allein für verbrauchte Kohlensäure 400—500 Mark betragen, hierzu kämen noch die Kosten für Arbeiter, Schläuche, Transport und für die Stahlbomben selbst, von denen man eine grosse Anzahl auf Lager haben müsste. Wollte man die nötige Menge von Kohlensäure aus Karbonaten und Säure entwickeln, so würden die Kosten sich noch mehr erhöhen. Endlich verteilt sich die schwere Kohlensäure nur sehr unvollkommen und langsam zwischen den Gütern. Die Ratten haben Zeit sich in sauerstoffreichere Gebiete zurückzuziehen und tun dies auch, wie wir bei Versuchen im Laboratorium beobachten konnten. Aus allen diesen Grunden kann die Anwendung von Kohlensäure zum Töten von Ratten an Bord nicht empfohlen werden [1]).

Es gibt nur ein Gas, welches sämtliche Anforderungen, die für unsere Zwecke zu stellen sind, gut erfüllt. Das ist Kohlenoxydgas. Dies Gas riecht nicht, greift die Ladung nicht an und ist so giftig, dass es selbst in sehr kleinen Mengen sicher

[1]) Nach Abschluss dieser Arbeit habe ich Kenntnis von der Arbeit von Jacques: Destruction des Rats (Rev. d'hyg., Febr. 1903) erhalten. Danach wird flüssige in Bomben komprimierte Kohlensäure zum Töten von Ratten an Bord von Schiffen jetzt praktisch in Marseille mit gutem Erfolge verwandt. Über die Kosten des Verfahrens spricht sich aber Jacques nicht aus.

tötet. Es verteilt sich leicht und dringt, wie wir uns überzeugt haben, in sonst ganz unzugängliche Stellen in genügender Menge. Zudem lähmt es die Tiere sehr schnell, so dass sie nicht mehr imstande sind sich Stellen mit besserer Luft zu suchen. Wir haben deshalb von Anfang an, sobald die Aufgabe der Rattenvernichtung an Bord von Schiffen zum Zwecke der Abwehr der Pest an uns herantrat, nach Mitteln gesucht, um eine praktische Form der Anwendung des Kohlenoxydgases für diese Zwecke zu finden. Schliesslich lenkten Herr Dr. Leybold, der Direktor der Gaswerke in Hamburg und der eine von uns (Giemsa) die Aufmerksamkeit auf das sogenannte Generatorgas, das sehr reich an Kohlenoxyd ist und durch unvollkommene Verbrennung von Koks leicht in grossen Mengen erzeugt werden kann. Nachdem Vorversuche befriedigend ausgefallen waren, wurden auf den Antrag des Pestausschusses des Reichsgesundheitsrates von der Reichsverwaltung grössere Geldmittel zur Verfügung gestellt, die Versuche in grösserem Massstabe und auf Seeschiffen ermöglichten. Unter Mitwirkung von Herrn Dr. Leybold und der Firma J. Pintsch in Berlin, die den Apparat baute, gelang es, eine schwimmende Anlage herzustellen, die zur vollen Zufriedenheit arbeitet. Der Apparat liefert in kurzer Zeit und in genügenden Mengen ein Gas von konstanter und zwar derartiger Zusammensetzung, dass einerseits die Gewähr voller Giftwirkung auch an schwer zugänglichen und schwer durchdringbaren Stellen gegeben ist, anderseits die Bildung explosibeln oder entzündlichen Kohlenoxydknallgases sicher vermieden ist. Zudem liegen eine Reihe chemischer Untersuchungen und Urteile von Warenkennern und kaufmännischen Sachverständigen vor, die bezeugen, dass unbelebte Gegenstände und Handelswaren aller Art nicht im geringsten von dem Gas verändert werden.

Die ersten Versuche mit Generatorgas sind von uns im Herbst 1900 ausgeführt worden. Im Jahre 1902 ist im 30. Jahresbericht des Medizinalamts von England (Medical Offices of the Local Government Board) ein Bericht von Haldane über vorläufige Versuche mit Kohlenoxyd zum Töten von Ratten an Bord von Schiffen erschienen. Haldanes Versuche sind aber nur auf kleinen Schiffen angestellt worden. Das Verfahren unterscheidet sich von dem unsrigen grundsätzlich nicht, technisch aber dadurch, dass Haldane die Gefahr der Bildung von Kohlenoxydknallgas dadurch vermeiden will, dass er dem fertigen gewöhnlichen Generatorgas Luft vor dem Einleiten zumischt, während wir das Gas von vornherein in ungefährlicher Zusammensetzung erzeugen. Nach unserem Urteil und dem unserer technischen Berater ist unser Verfahren das sicherere.

Beschreibung des Apparates.

In dem Apparat wird das Gas dadurch erzeugt, dass Koks in einem Generator unter Einblasen von Luft verbrannt wird.

Ein Teil der hierdurch entstehenden Wärme wird zur Erzeugung von Dampfkraft ausgenützt, die zum Betrieb einer Wasserpumpe und eines Ventilators dient. Die Pumpe liefert das zum Reinigen und Kühlen des Gases nötige Wasser, der Ventilator die zur Verbrennung des Koks notwendige Gebläseluft.

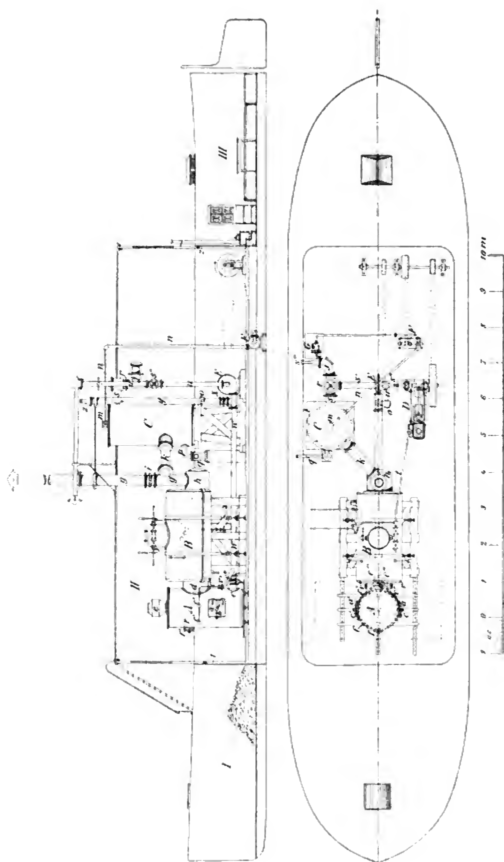


Fig. 1.

Die ganze Anlage ist so eingerichtet, dass man mit ihr das erzeugte Gas nicht nur in die Räume einblasen, sondern aus ihnen auch wieder entfernen kann. Das letztere geschieht in der Weise, dass man entweder frische Luft in die Räume einbläst, oder die schlechte Luft aus ihnen aussaugt.

Die Hauptteile des Apparates sind folgende:

Generator A.
Dampfkessel B.
Gasreinigungs- und Kühlapparat (Skrubber) C.
Dampfmaschine D.
Ventilator E.
Zentrifugalwasserpumpe F.

Der Generator A (Fig. 1), der Gaserzeuger, besitzt zwei gegenüberliegende Schlackentüren a a^{I}, einen Rost b, eine Öffnung zur Aufnahme der Pressluftleitung c, einen innen mit Chamotte ausgekleideten Gasabzugskanal d, eine Füllvorrichtung e, eine mit einer abschraubbaren Glimmerplatte versehene Beobachtungsluke f und einen Mannlochverschluss f^{I}. Der eiserne Generatormantel ist nach innen zunächst durch eine Lage Schlackenwolle, darauf durch Chamottewerk gegen Überhitzung geschützt. In c^{I} und c^{II} sind Mantel und Isolationsschichten von zwei düsenartigen Mündungen der sog. Sekundärluftleitung c^{III} durchbrochen. Ihnen entsprechen zwei ebensolche auf der anderen Seite des Generators.

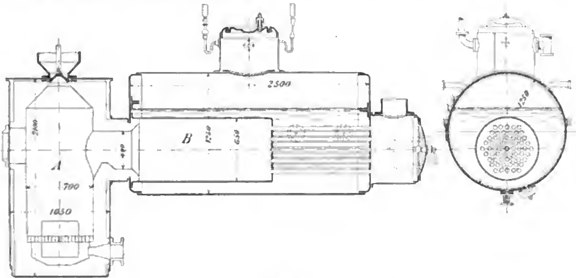


Fig. 2.

Der Dampfkessel B, durch d mit A verbunden, ist als Röhrenkessel nach den für den Hamburgischen Staat gültigen Vorschriften gebaut. Aus der Zeichnung (Fig. 2) ist die Konstruktion ohne weiteres ersichtlich. Ein Schornstein g stellt die Verbindung der Aussenluft mit dem Innern der Rauchkammer h her, die indessen durch einen Schieber i aufgehoben werden kann. Ein unterhalb dieses Schiebers am Schornstein g sich abzweigendes Rohr k mündet in den Gasreinigungs- und Kühlapparat (Skrubber) C.

Der Gasreinigungs- und Kühlapparat C ist von dem Eisenmantel l umgeben. Das mittlere Drittel seines Innern ist mit einem hölzernen, auf eisernen Stützen ruhenden Fachwerk ausgefüllt.

Über diesem ist zentrisch eine Wasserstreudüse angebracht, welche das Wasser durch ein in m mündendes Rohr n erhält. Das Rohr k ist innerhalb des Skrubbers knieförmig nach unten gebogen und mündet unter Wasser. Am unteren Teile des Skrubbers ist ein zum Abfliessen des Kühlwassers bestimmtes Rohr p angebracht und ist zur Verminderung des Gasaustritts mit einem Taucher q verbunden. Letzterer besitzt oben ein Abflussrohr q^1. Am oberen Teil des Skrubbers befindet sich ein Gasablassrohr s j, von welchem sich ein Seitenrohr s^1 abzweigt. Im Gabelpunkt befindet sich das Zweiwegeventil r.

Die Dampfmaschine D besitzt eine Stärke von 12 Pferdekräften, erhält ihren Dampf von Kessel B durch das isolierte Kupferrohr t, treibt durch verschiedene, aus der Zeichnung ersichtliche Riemenscheibenübertragungen den Ventilator E und die Zentrifugalpumpe F.

Der Ventilator E aspiriert atmosphärische Luft durch das Rohr u und u^1 und drückt sie je nach Bedarf entweder in das nach dem Generator führende, durch den Schieber v absperrbare Rohr w oder in das von diesem sich abzweigende, durch einen Schieber x verschliessbare und mit einem Stutzen z ins Freie mündende Rohr y. Rechts von dem Schieber v zweigen sich vom Rohr w zwei engere, an ihren Enden geschlossene Röhren ab, die sich armartig um den Generator legen und einzeln für sich durch besondere Schieber v^1 und v^{11} verschliessbar sind. Sie vermitteln die Zuführung der sogenannten Sekundärluft. Eine seitliche Abzweigung s^1 des Rohres u, welche an den **T**-förmigen Rohrstutzen s j angeschlossen ist, sowie ein in s^{11} angebrachtes Zweiwegeventil ermöglicht bei Bedarf eine Kommunikation der Rohre s^I, s mit u einerseits unter Abschluss von u^1, oder eine solche von u^1 und u anderseits unter Abschluss von s^I. Am Rohr y ist seitlich ein von aussen luftdicht abschliessbarer Blechkasten o mit Glasfenstern angebracht, zu welchem die in diesem Rohr befindliche Luft durch eine Siebwand freien Zutritt hat.

Die Zentrifugalpumpe F, welche durch Umstellung des sie treibenden Riemens auf eine lose Scheibe ausschaltbar ist, drückt 17 cbm Wasser pro Stunde durch das Rohr n in den Skrubber C, wenn die Maschine eine Tourenzahl von 85 pro Minute macht.

Der ganze Apparat ist im Mittelraum II einer ca. 22 m langen und 5 m breiten eisernen, durch zwei Schotte in drei Räume geteilten Schute montiert.

Raum I ist zur Aufnahme des Brennmaterials (Koks) bestimmt. Der mit Dampfheizung ausgestattete Raum III dient Laboratoriumszwecken. In ihm sind die gasanalytischen und sonst noch notwendigen Apparate untergebracht. Für Licht und Ventilation ist allenthalben durch Anbringen von Fenstern, Klappen und Türen gesorgt.

Im Raum II ist noch ein an seiner unteren Seite offener gusseiserner Wasserkasten, sogenannter Protzkasten G zu erwähnen, welcher auf den an dieser Stelle durchlochten eisernen Schiffsboden aufgeschraubt ist und das Wasser für Zentrifugalpumpe sowie für die zur Armatur des Dampfkessels gehörigen Speisevorrichtungen (Injektor, Handwasserpumpe) liefert. Eine in ihm mündende, vom Kessel kommende (aus der Zeichnung nicht ersichtliche) Dampfleitung ermöglicht eine schnelle und gründliche Reinigung des Kastens, sowie ein Schmelzen etwa in ihm gebildeten Eises.

Handhabung des Apparates.

Bevor der Apparat in Betrieb gesetzt werden kann, muss erst ein Dampfdruck von ca. $1\frac{1}{2}$ Atm. im Kessel vorhanden sein. Man erzeugt diesen, indem man bei geschlossenem Schieber v den Schornsteinschieber i öffnet und den Generator A bei offenen Schlackentüren unter Herstellung natürlichen Luftzuges nach Art eines gewöhnlichen Kesselofens feuert. Man schüttet hierbei durch den Füllapparat soviel Koks hinein, dass die obere Schicht des Brennmaterials den unteren inneren Rand der Beobachtungsluke f um einige Zentimeter überragt, wenn man beim Hineinsehen das Auge in Höhe dieses Randes hält. Ist bei dieser Beobachtung der oberste Koks durch Verbrennen eben unsichtbar geworden, so schüttet man einen vollen Eimer nach, wartet wieder bis zum Verschwinden der obersten Koksschicht, und wiederholt diese Art des Nachfüllens während der ganzen Zeit des späteren Feuerns und der

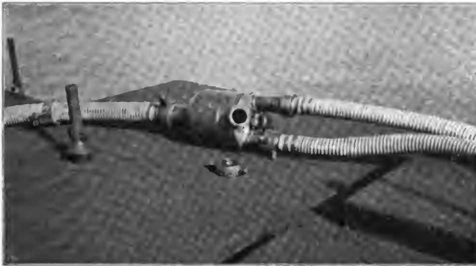


Fig. 3.

Gaseinleitung. Ist man auf $1\frac{1}{2}$ Atm. angelangt, so kann man die weitere Dampferzeugung dadurch wesentlich beschleunigen, dass man bei ausgeschalteter Wasserpumpe F die Maschine D angehen lässt, die Schlackentüren a a^1 sowie den Schieber x schliesst, den Schieber v öffnet und mit dem Ventilator E, zu dessen alleinigem Betrieb die vorhandene Dampfkraft bereits ausreicht, Luft durch die Roste des Generators bläst. Hat man den Druck auf $2\frac{1}{2}$ Atm. gebracht, so kann das Einleiten des Gases in die Schiffsräume beginnen.

Zu diesem Zweck öffnet man jetzt Ventil r, wodurch man s^1 von s j abschliesst, lässt die Zentrifugalwasserpumpe F angehen und wartet, bis aus dem Auslauf q′, der über Bord mündet, ein kräftiger Wasserstrahl hervorschiesst. Hierauf schliesst man Schieber i. Das Gas, welches bis dahin durch Schornstein g entwich, wird nunmehr durch k in den Skrubber C gepresst und gelangt schliesslich, nachdem es auf dem Wege durch die von Wasser berieselten Horden genügend gereinigt und gekühlt worden ist, durch Rohr s j zum Austritt. Hier ist ein Stutzen s^{III} angebracht, auf

welchem sich ein zum Weiterleiten des Gases bestimmter 100 mm lichtweiter Spiralgummischlauch luftdicht aufschrauben lässt.

Um das Gas in mehreren Räumen zugleich austreten lassen zu können, mündet dieser Schlauch in einen an der Reeling der Schiffe leicht zu befestigenden kupfernen Kessel (Fig. 3), von welchem sich vier, durch messingne Kappen verschliessbare Rohrstutzen von je 75 mm lichter Weite abzweigen. An diesen lassen sich bei Bedarf vier beliebig lange Schläuche gleichen Durchmessers befestigen.

Will man die Gasentwickelung beenden und die Anlage dazu benutzen, den mit Gas gefüllten Raum durch Zuführung frischer Luft zu entgiften, so schliesst man Schieber v, öffnet gleichzeitig Schieber i und x, sowie die Schlackentüren a a^{I}, setzt die Maschine ausser Tätigkeit und lässt sie, nachdem man den Schlauch von s^{III} auf Stutzen z angeschraubt hat, wieder an. Die durch u^{I} u aspirierte Luft wird jetzt durch y direkt in den Schlauch bezw. in die zu entgiftenden Räume gepresst.

Will man die Entgiftung durch Evakuieren des betr. Raumes bewerkstelligen, so belässt man den Schlauch auf s^{III}, sperrt durch Schliessen von Ventil r Rohr s ab, öffnet Ventil s^{II} und arbeitet unter gleichen Verhältnissen wie vorher. Die in den Räumen befindliche Luft wird jetzt durch s^{III} j s^{II} u angesaugt und durch y ins Freie geblasen.

Prinzip der Gasbereitung.

Im allgemeinen dienen Generatoren zur Erzeugung CO- und H-reicher Gase, welche brennbar sind und mit Luft gemischt und angezündet explodieren. Sie sind sämtlich leichter als Luft. Solche Gase werden gewonnen, indem durch die Roste eines hohen Ofens (Generators), über denen sich eine hohe Schicht von brennendem Koks (Holzkohle, Anthrazit) befindet, ein kräftiger Strom von Pressluft allein oder abwechselnd (bzw. gemischt) mit einem solchen von Wasserdampf hindurchgeblasen wird.

Im ersteren Falle erhält man sog. Generatorgas, im letzteren ein Gas, welches neben reichlichem Kohlenoxyd auch noch grosse Mengen von Wasserstoff aufweist und Wassergas (Dowsongas) genannt wird. Für uns galt es, ein wasserstofffreies Generatorgas zu gewinnen, welches durch genügenden CO-Gehalt möglichst giftig, schwerer als Luft und mit dieser in beliebigen Mengen gemischt, nicht explodierbar war.

Nachdem durch zahlreiche Versuche festgestellt werden konnte, dass Gemische von CO und CO_2 weder allein, noch mit beliebigen Mengen Luft gemischt, zur Explosion zu bringen sind, sobald das Volumen von CO_2 mindestens doppelt so gross als das von CO ist, galt es, danach zu streben, durch Verbrennung von Koks ein Gas zu erzeugen, in welchem CO und CO_2 in diesem Verhältnis zu einander standen. Da in den Generatoren bei gegebener Gebläseluft der CO-Gehalt zugleich mit dem Niedrigerwerden der Koksschicht fällt, der CO_2-Gehalt hingegen steigt, bis schliesslich der vorhandene Kohlenstoff ohne Bildung von CO nur noch zu CO_2 verbrennt, musste ausprobiert werden, bei welcher Luftgeschwindigkeit und Schichthöhe ein unter allen Umständen explosionssicheres Gas mit einem Gehalt von ungefähr 5 % CO erzielt werden konnte.

Solche Versuche wurden in ausgedehntem Masse auf dem der Firma Julius Pintsch gehörigen Terrain in Fürstenwalde (Spree) gemacht, wo die ganze Anlage, bevor sie nach Hamburg zum Versand kommen sollte, auf freiem Erdboden montiert war.

Da wir die Höhe der Koksschicht bereits auf 32 cm reduziert hatten und trotzdem immer noch einen etwas zu hohen Gehalt an CO erzielten, anderseits aber bei weiterer Erniedrigung der Schichthöhe ein Ausbrennen des Ofens befürchteten, so wurde versucht, das überflüssige und gefährliche CO durch Einleiten von Sekundärluft zu verbrennen.

Man kann durch die Sekundärluftleitung je nach Bedarf beliebige, durch die Schieber v^{I} v^{II} regulierbare Menge Pressluft in die obere Flammenzone des Generators einblasen, und so den Überschuss von CO zu CO_2 oxydieren.

Um die Koksschicht beständig auf der Höhe von 32 cm zu erhalten, wurden zuerst besondere Einfüllcylinder verwendet. Sie waren dicht unter Fülltrichter e eingelassen und mündeten 32 cm oberhalb des Rostes. Indessen verstopften sich die Cylinder sehr oft und waren auch wegen ihrer geringen Widerstandsfähigkeit nicht recht brauchbar. Es wurde deshalb die Beobachtungsluke f angebracht, durch welche man die Höhe der Koksschicht direkt beobachten und das Nachfüllen regulieren kann.

Schliesslich konnten wir bei Anwendung von fein gewürfeltem, trockenem Koks mit der Schichthöhe noch bis auf 22 cm herunterghen. Wir erhalten jetzt bei dieser Beschickung ohne jede Zuführung von Sekundärluft das gewünschte Gas und sind imstande, bei geöffneten Sekundärluftschiebern den Kohlenstoff des Brennmaterials vollständig zu Kohlensäure zu verbrennen. Infolge Verkleinerung des Flammenraums im Generator durch eingebautes Chamottewerk (die Zeichnung weicht in diesem Punkt von den jetzigen Verhältnissen ein wenig ab) ist die Bildung brennbarer Gase selbst bei höchstmöglicher Schichthöhe jetzt ausgeschlossen, wenn man es sich zur Regel macht, nur lufttrockenen Koks zu vergasen, und hierdurch die Bildung von Wasserstoff zu verhindern.

Zusammensetzung und Eigenschaften des Gases.

Das in dem Apparat erzeugte Gas schwankt in seiner Zusammensetzung zwischen

CO	3,3	und	6,6	Vol.	%
CO_2	19,0	„	17,0	„	%
N	77,7	„	76,4	„	%
	100,0		100,0		

enthält demnach durchschnittlich

CO	4,95	Vol.	%
CO_2	18,0	„	%
N	77,05	„	%
	100,00		

Das spez. Gewicht des Gases ist durchschnittlich (Luft = 1) = 1,085.

Infolge seines ziemlich hohen Kohlensäure- und Stickstoffgehaltes sowie der gänzlichen Abwesenheit von Sauerstoff ist das Gas nicht imstande, selbst zu brennen oder die Verbrennung anderer Körper zu unterhalten.

Eine grössere Anzahl brennende Kerzen und Petroleumlampen, die an verschiedenen Stellen eines Zimmers aufgestellt worden waren, erlöschten fast gleichzeitig, wenn der sie umgebenden atmosphärischen Luft soviel des Gases beigemischt wurde, dass der Kohlensäuregehalt 4,5 Vol.-% erreichte.

Menge des entwickelten Gases.

Die mit dem Apparat erzeugte Gasmenge wurde aus der Menge des vergasten Brennmaterials wie folgt berechnet.

Beim regelrechten Betrieb (wobei die Maschine 85 Touren pro Minute macht) wird im Durchschnitt ein Eimer = 9 kg pro 10 Minute, also pro Stunde 54 kg von lufttrockenem Koks vergast. Da wir Koks von 7 % Asche = 93 % Kohlenstoffgehalt verbrennen, stellt sich der pro Stunde vergaste Kohlenstoff unter Vernachlässigung des ziemlich geringen Rostspaltverlustes auf rund 50 kg.

Da ein kg C = 1 860 Liter CO_2 oder CO = 8 104 Liter Gas genannter Zusammensetzung liefert, stellt sich die stündliche Gasproduktion auf 8 104 × 50 = 405 cbm.

Gasuntersuchung.

Um die richtige Zusammensetzung des Gases kontrollieren zu können, bedienen wir uns eines Orsat-Apparates, welcher gestattet, bei Rauchgasen in schneller Aufeinanderfolge den Prozentgehalt von Kohlensäure, Sauerstoff und Kohlenoxyd festzustellen. Dieser Apparat ist in Raum III (vgl. Fig. 1) aufgebaut. Die Zuführung des Gases zu dem Apparat erfolgt durch eine an s angebrachte Rohrleitung. Bei normaler Beschickung des Generators mit Brennmaterial ist die Bildung von Sauerstoff ausgeschlossen. Es handelt sich infolgedessen lediglich darum, das Verhältnis von der Kohlensäure zum Kohlenoxyd festzustellen. Kohlensäure absorbieren wir mit Kalilauge, Kohlenoxyd mit ammoniakalkalischer Kupferchlorürlösung (nach Winkler, Lehrbuch der techn. Gasanalyse, 3. Aufl. 84).

Da mit wachsendem Gehalt an Kohlensäure der Gehalt an Kohlenoxyd in einem ganz bestimmten Verhältnis zu der Zunahme der Kohlensäure fällt, bezw. bei fallendem Gehalt an CO_2 steigt, so könnte man sich schliesslich auch mit der Bestimmung der Kohlensäure allein begnügen, woraus sich ohne weiteres der Kohlenoxydgehalt berechnen liesse. Wie bereits erwähnt, soll sich der Gehalt an CO_2 innerhalb der Grenzen 17% und 19% bewegen. Sollte bei der von uns angewendeten Koksschicht infolge Verwendung eines an Kohlenstoff reicheren oder ärmeren Brennmaterials dieser Prozentgehalt einmal gegen den genannten um ein geringes differieren, so kann man durch kleine Abänderung der Schichthöhe, bezw. durch teilweise Benutzung der Sekundärluft sehr leicht Abhilfe schaffen.

Einleiten des Gases in die Schiffsräume.

Um eine genügende Wirkung des Gases in den Schiffsräumen zu erzielen, ist es nach unseren Versuchen durchaus nötig, nicht nur sämtliche, durch Vertikalschotte

von einander getrennten Räume, sondern auch alle in diesen durch Horizontaldecks gebildeten Abteile besonders mit Gasschläuchen zu beschicken. Zur Ventilation der Schiffsräume und vornehmlich der Lagerräume führen auf allen Schiffen weite mit Kappen versehene Röhren in die Räume hinunter. Meist hat jeder Laderaum zwei solcher Ventilationsrohre, die sich, wie aus beifolgender Skizze (s. Fig. 4) ersichtlich, teleskopartig nach oben hin erweitern. Auf dem obersten Rohr sitzt dann die abnehmbare Windhaube. Wir überzeugen uns stets von der jeweiligen Anordnung der Ventilatoren, indem wir die Haube abnehmen unddie Luftschächte mittels einer elektrischen, durch Akkumulatoren gespeisten Glühlampe ableuchten.

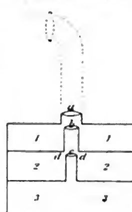


Fig. 4.

Als zweckmässig hat es sich erwiesen, mit nicht mehr als zwei Schläuchen zu gleich zu arbeiten, da der sonst bei unserm kleinen Apparat zu stark verminderte Gasdruck keine Gewähr für eine gute Verteilung des Gases mehr leistet.

Bei einem Ventilator, der auf die gewöhnliche Art, wie es die Skizze aufweist, eingerichtet ist, wird zweckmässig folgendermassen verfahren. Man lässt einen Schlauch zunächst ein wenig unterhalb c münden und beginnt, nachdem man den zwischen Schlauch und Rohrwand noch bleibenden Spielraum in c abgedichtet hat, Abteilung 3 zu behandeln[1]). Hierauf wird, ohne das Gasen unterbrechen zu lassen, das Dichtungsmaterial herausgeholt, das Schlauchende bis etwas unterhalb Öffnung b hervorgezogen, und Öffnung c sowie b gut abgedichtet. Das Gas ist nunmehr gezwungen, sich durch d d in Abteilung 2 zu verteilen. In gleicher Weise behandelt man Abteilung 1, wobei man jetzt, um den Schlauch leichter dirigieren zu können, zweckmässig die Windhaube aufsetzt (vgl. Fig. 4 u. 5).

Freilich erheischt eine andere Konstruktion der Ventilatoren auch eine andere Anordnung der Gaszuführung. Indessen haben wir uns bisher durch Ableuchten des Innern der Ventilatoren immer leicnt über ihren Bau unterrichten und das Gaseinleiten danach einrichten können.

Entgasung der Schiffsräume.

Um das Gas aus den Schiffsräumen wieder zu entfernen, genügt es im allgemeinen, dass die Ventilatoren und oberen Luken geöffnet und die Windhauben in den Wind gestellt werden.

Hierdurch wird einerseits frische Luft durch die Ventilatoren in die Laderäume hineingedrückt, anderseits schlechte aus den Luken von dem über sie hinwegfegenden Winde aspiriert. Je stärker der Wind, desto schneller geht die Entgasung vor sich. Indessen ist es uns selbst bei ganz flauer Luftbewegung bisher immer gelungen, auf diesem Wege nach 6 Stunden kohlenoxydfreie Luft in den Räumen zu erhalten.

---

[1]) Als Dichtungsmaterial bedienen wir uns mit Vorteil verschieden starker, an Tauen befestigter, mit Holzwolle gefüllter Säcke, die mittels einer passenden Holzstange in die Öffnungen gestopft werden.

Die Entgasung der Maschinenräume geht in gleich schneller Weise von statten, wenn man durch geeignete Stellung der zumeist in grosser Menge vorhandenen Ventilatoren für einen natürlichen Luftzug innerhalb des betreffenden Raumes sorgt.

Weit schneller lassen sich die Wohnräume der Schiffe lüften. Meist genügt es, die einzelnen Türen zu öffnen. Kommt es auf besondere Beschleunigung an, so kann man Leute, die mit Rauchhelmen bewaffnet sind, in die Räume schicken und die Fenster öffnen lassen. Der von uns benutzte Rauchhelm (v. C. B. König, Altona) besitzt neben vielen anderen Vorzügen auch eine Sprachrohreinrichtung, welche eine, bei der hohen Giftigkeit des Gases nicht zu unterschätzende, fortwährende Unterhaltung zwischen der innerhalb des Raumes beschäftigten, und einer ausserhalb desselben in der Nähe der Luftpumpe stehenden Person ermöglicht.



Fig. 5.

Räume, welche sich auf den oben beschriebenen Wegen nicht mit Sicherheit gasfrei machen lassen, müssen mit dem Apparat durch künstliches Einblasen von frischer atmosphärischen Luft oder Aussaugen der schlechten Luft ventiliert werden Dies gilt namentlich für die Proviantträume und die vor dem Kollisionsschott liegenden Kettenkästen und Kabelgatts, welche nur selten mit Ventilatoren versehen sind.

Ventiliert man durch Aussaugen, so kann man an dem Befinden eines in den Kasten o (vgl. Fig. 1) eingesetzten Versuchstieres den Grad der Luftverbesserung genau verfolgen, da dieser Kasten von der ausgesaugten Luft durchströmt wird.

Betreten der mit Gas behandelten und nachher wieder ventilierten Räume.

Das Betreten der mit Gas beschickten Räume darf nie gestattet werden, ohne dass sie vorher durch Sachverständige geprüft worden sind.

Nach Lewin ist eine Luft mit einem CO-Gehalt von nur 0,5 pro Mille auf die Dauer eingeatmet noch imstande, Vergiftungserscheinungen hervorzurufen.

Leider sind unsere bisher bekannten chemischen Methoden, um CO in solch geringen Mengen in der Luft quantitativ nachzuweisen, viel zu umständlich und zeitraubend, als dass sie für unsere Zwecke dauernd praktisch Anwendung finden könnten.

Auch die quantitative Bestimmung des CO_2-Gehaltes einer solchen Luft, welcher einem CO-Gehalt von 0,05 % entsprechend, analog der Gaszusammensetzung ca. 0,18 % beträgt, würde, wenn auch in etwas geringerem Masse, an demselben Übel leiden.

Zudem würde man aus dem gefundenen CO_2-Gehalt für den Fall nicht auf die noch vorhandene CO-Menge schliessen dürfen, dass man Luft aus Räumen untersucht, bei denen aus irgend welchen Gründen z. B. aus dem Ladegut CO_2-Entwickelung stattgefunden hat.

Man wird daher vorläufig immer noch am bequemsten und sichersten gehen, wenn man die An- oder Abwesenheit spärlicher Mengen CO jedesmal auf physiologischem Wege durch Tierexperiment feststellt. Zu diesem Zweck werden lebende einzeln in Käfigen befindliche Mäuse 5—6 Stunden nach Beginn der Ventilation auf dem Boden der einzelnen Räume untergebracht und zwei Stunden in diesen belassen.

In die Laderäume lässt man die Käfige vermittels Taue durch die Ventilatoren hinab. Ventilatoren und Ladeluken sind während des Verbleibens der Tiere in den Räumen oben abzudichten, um zu verhindern, dass frische Luft zu den Tieren gelangt.

Zeigen sich bei einer nachherigen Untersuchung der gegen CO so ausserordentlich empfindlichen Tiere keinerlei Spuren einer Kohlenoxydvergiftung an ihnen, so kann der Raum auch als für den Aufenthalt von Menschen geeignet angesehen werden.

Menge des einzuleitenden Gases.

Die Versuche haben gezeigt, dass die Ratten auch unter den ungünstigsten Verhältnissen in einem Schiffsraum, sei er beladen oder unbeladen, sicher getötet werden, wenn die Menge des eingeblasenen Gases die Hälfte seines Kubikinhalts beträgt und das Gas in dem Raum nach Abdichtung der Ventilatoren mindestens zwei Stunden belassen wird.

War $^3/_4$ des Kubikinhalts eingeblasen worden, so hatte man den gewünschten Erfolg, auch wenn man die Lüftung bald nach dem beendeten Einleiten bewerkstelligte.

Die Ladung wurde bei der Berechnung des Inhalts als nicht vorhanden angesehen.

Verhalten des Gases Handelswaren gegenüber.

Es wurde eine Reihe wichtiger Importwaren in einem geeigneten ziemlich luftdicht abschliessbaren Raum untergebracht und in diesen eine Gasmenge von $^2/_3$ seines Kubikinhalts hineingeblasen. Hierauf dichtete man ab und beliess die Waren 12 Stunden in dem Gase. Nach Verlauf dieser Zeit, nach welcher eine dem Raume entnommene Luftprobe noch einen CO_2-Gehalt von 7 % zeigte, wurden die Waren wieder herausgenommen und untersucht.

Chemisch konnte bei ihnen keinerlei Veränderung nachgewiesen werden.

Zur Prüfung des Aussehens, Geschmacks und Geruchs wurden sie Sachverständigen übergeben, welche uns von der hiesigen Handelskammer zu diesem Zweck vorgeschlagen worden waren.

Die Urteile lauteten ausnahmslos günstig. Die Waren hatten keinerlei Veränderungen erlitten.

Auch bei Behandlung beladener Schiffe hatten wir wiederholt Gelegenheit, uns von der Unschädlichkeit des Gases wertvollen Ladegütern gegenüber zu überzeugen. Die behandelten Dampfer waren u. a. mit Kaffee, Reis, Cigarren, Kakao, Jute, Wachs, Leder, Pflanzen, Drogen, Antimon, Blei, Mineralien, Kuriositäten u. a. m. beladen.

Nicht ein einziges dieser Güter wurde von der Kaufmannschaft beanstandet, auch zeigten die in den Proviantträumen frei hängenden Fleischsorten, offen stehende Butter und andere Lebensmittel trotz mehrstündigen Verweilens in dem absichtlich mit konzentriertem Gas ganz angefüllten Raum keine Spur eines veränderten Geruches oder Geschmackes.

Versuche mit dem Apparat.

Die Versuche mit dem Apparat wurden auf zahlreichen leeren und beladenen Dampfern gemacht, welche uns meist die Hamburg-Amerika-Linie in dankenswerter Weise zur Verfügung stellte.

Unter diesen Versuchen sei ein solcher auf dem leeren, im Winterquartier liegenden Dampfer „Bulgaria" erwähnt, welcher am 3. Dezember 1902 in Gegenwart der Herren Geh. Rat Professor Dr. Koch und Regierungsrat Professor Dr. Kossel vorgenommen wurde.

Zu diesem Versuch wurden drei übereinander liegende Laderäume des Schiffes benutzt. Der Luftraum derselben betrug:

Unterster Laderaum	49 000	cbf engl.
Mitteldeckraum	19 500	„ „
Oberdeckraum	20 000	„ „
Zusammen	88 500	cbf engl.
=	2 500	cbm.

Die Räume standen untereinander durch die offenen Ladeluken in Verbindung, waren aber gegen die übrigen Schiffsräume, sowie durch Zudecken der obersten Luke nach aussen verschlossen.

In den Laderäumen wurden in kleinen Drahtkäfigen etwa 40—50 lebende, teils graue, teils schwarze Ratten untergebracht. Die Käfige wurden entweder auf dem Boden der Laderäume unter grossen Haufen Matratzen verborgen, oder an schwer zugänglichen Stellen in verschiedenen Höhen bis unter die Decke verteilt. In dem untersten Raum wurde ein Teil der Ratten nach Aufreissen der Bilgeräume in diesen untergebracht und die Bilgeräume darauf wieder mit Planken verschlossen. Ferner wurden Käfige auch in den neben den erwähnten Laderäumen gelegenen Räumlichkeiten aufgestellt, um zu ermitteln, ob das Gas trotz des Abschlusses auch in andere Teile des Schiffes dringen würde. Ausserdem wurden Proben von Lebensmitteln, wie Kaffee, Tee, Mehl, Kartoffeln, Äpfel, Apfelschnitte, Rosinen, Korinthen, Reis, ferner Getreide und Tabake auf flachen Tellern offen in die Räume gestellt, um die Einwirkung des Gases auf die Waren zu prüfen.

Eine Schlauchleitung führte von der an der Längsseite des Schiffes liegenden Schute auf das Oberdeck der „Bulgaria“ (vgl. Fig. 6) und teilte sich hier in drei Zweigleitungen. Diese waren durch die Ventilationsöffnungen in die betreffenden Laderäume geführt. In jeden Raum mündete somit ein Schlauch. Der unterste Raum war in seinem vorderen Abschnitt durch einen Zwischenboden in zwei über einander-liegende Räume geteilt. Der obere dieser Räume war durch eine vertikale Wand abermals in zwei Abschnitte getrennt. In dem einen dieser oberen Abschnitte mündete die einzige Schlauchleitung für den ganzen unteren Raum, ein Umstand, welcher der Verteilung des Gases nicht gerade günstig war und, wie unten erwähnt werden wird, die Lüftung der Räume nach Beendigung des Versuchs erschwerte. Gegen $^1/_2$ 11 Uhr Vormittags wurde der Generatorgasapparat in Tätigkeit gesetzt, und etwa um 11 Uhr mit der Eintreibung des Gases in die Räume durch Schlauchleitungen begonnen.



Fig. 6.

Da ein Gehalt der Luft an Kohlenoxyd von etwa 2 % erzielt werden sollte, so musste zu der vorhandenen Luftmenge von 2 500 cbm etwa 1 700 cbm eines Gasgemisches hinzutreten, welches etwa 5 % Kohlenoxyd enthielt.

Die Einleitung der erforderlichen Gasmenge nahm etwa $2^1/_2$ bis 3 Stunden in Anspruch.

Nach dieser Zeit wurde der Ventilator in Tätigkeit gesetzt und die Luft durch dieselben Schlauchleitungen, wie vorher das Gas, in die Räume eingedrückt, nachdem vorher der oberste Laderaum durch Entfernung der Deckplanken geöffnet war. Da völlige Windstille, bei einer Temperatur von mehreren Grad unter Null herrschte, so war die Lüftung der Räume erschwert. Ausserdem wirkte der oben erwähnte Umstand, dass der Schlauch für den untersten Raum in einem verhältnismässig kleinen

Abteil desselben mündete, ungünstig auf die Durchlüftung dieses Raumes. Nach etwa 1½ Stunden war der oberste Raum zugänglich, die dort aufgestellten Ratten waren sämtlich verendet, selbst diejenigen, welche unter hohen Haufen von Matratzen und dergleichen verborgen gewesen waren. Durch spektroskopische Untersuchung des Blutes konnte leicht nachgewiesen werden, dass sie alle an Kohlenoxydvergiftung eingegangen waren.

Allmählich wurden auch der Mittelraum, und schliesslich auch der unterste Raum, letzterer nur mit Rauchhelmen, zugänglich. Die Lüftung desselben ging besser von statten, nachdem der Schlauch aus der Ventilationsöffnung und durch die Ladeluke frei in den Raum hineingehängt war. Auch die aus den unteren Räumen hervorgeholten Ratten, besonders auch die in dem Bilgeraum untergebracht gewesenen, waren verendet, und zwar, wie die spätere Untersuchung ergab, ebenfalls an Kohlenoxydgas.

Dagegen war das Gas zu den Ratten, welche in dem gegen die Versuchsräume abgeschlossenen Nebenraum untergebracht worden waren, nicht gedrungen.

Nach diesem Versuch wurde eine Anzahl beladener Schiffe mit Generatorgas behandelt. So u. a. das Viermastsegelschiff Nauarchos mit einer Ladung von Salpeter in Säcken. Das Schiff hatte nur einen einzigen, durch das ganze Schiff hindurchgehenden Laderaum von ca. 8000 Kubikmeter Inhalt. Das Gas wurde durch fünf Ventilatoren nach einander während acht Stunden hinunter geleitet. Vier Stunden später wurden an möglichst zahlreichen Stellen Luftproben aus verschiedenen Tiefen des Laderaums entnommen und überall reichlicher CO-Gehalt festgestellt. Ratten, die zu dieser Zeit durch die Ventilatoren in die Laderäume in Käfigen hinuntergelassen wurden, waren, nach wenigen Minuten heraufgeholt, tot.

In der Kajüte und dem damit benachbarten Proviantraum, in die ebenfalls Gas eingeleitet worden war, fand man sogleich nach dem Öffnen der Türen 21 verendete und später noch 5 tote Ratten. In den Laderäumen wurden beim Löschen, entsprechend der für die Tiere nicht anlockenden Ladung, nur wenig (16) tote Ratten gefunden. Bei allen Ratten war ein reichlicher CO-Gehalt im Blute nachweisbar. Lebende Ratten sind auf dem Schiff nicht mehr bemerkt worden. Ähnlich verliefen die Versuche auf den Dampfern Calabria und Pernambuco, deren Laderäume insgesamt ungefähr ebenso gross waren, wie der Laderaum des Nauarchos. Die Ladung der Calabria bestand aus Kaffee, Kakao, Reis, Jute, Wachs, Leder, Cigarren, Pflanzendrogen, Antimon, Blei und Mineralien, Dividivi u. a., die Ladung des Dampfers „Pernambuco" war hauptsächlich Kaffee. Calabria hat fünf Laderäume mit je zwei festen Ventilatoren, die an Backbord und Steuerbord in jeden Laderaum hinunter führen und sich dabei teleskopartig nach unten verjüngen. Pernambuco hat vier Laderäume mit ähnlicher Anordnung der Ventilatoren. Das Einleiten des Gases nahm auf beiden Dampfern ungefähr neun Stunden in Anspruch. Die Lüftung vollzog sich infolge starken Windes beide Male in sehr kurzer Zeit (ca. eine Stunde). Auf beiden Schiffen wurden übrigens nur sehr wenig tote Ratten gefunden. Schon vorher waren wir darauf aufmerksam gemacht worden, dass die Schiffe fast rattenfrei seien. Das Ladegut der Dampfer war durch die Behandlung mit Generatorgas nicht im geringsten verändert worden.

Den wichtigsten Fall bildete der vom La Plata kommende Dampfer „Westphalia“, auf dem nach der Ankunft in Hamburg pestinfizierte Ratten gefunden wurden. Das Schiff wurde sofort nach dieser Entdeckung im freien Wasser isoliert und mit Generatorgas behandelt.

Das Schiff hatte vier Laderäume, von denen jeder durch ein horizontales Zwischendeck in zwei Teile geteilt war. Als die Behandlung begonnen wurde, war es wie folgt beladen (vgl. Fig. 7).

Fig. 7.

Raum I. a) leer.
b) Kleie 6000 Sack, darunter Wolle 4 513 Ballen, ganz unten trockene Häute 1 032 Stück.

Raum II. a) leer,
b) Kleie 4 500 Sack,
c) d. i. ein von b durch eine lose Bretterwand getrennter Raum, gesalzene Häute 14 559 Stück,
d) d. i. ein von a durch eine lose Bretterwand getrennter Raum, leer.

Raum III. a) leer.
b) Leinsaat 9 063 Sack.

Raum IV. a) leer,
b) Leinsaat 7 489 Sack.

Mit dem Einleiten des Generatorgases wurde am 6. März $5^1/_2$ Uhr Nachm. begonnen, es wurde im ganzen, abzüglich sämtlicher Pausen, ca. 15 Stunden Gas eingeleitet.

Der Reihe nach kamen heran Raum I, II, III, IV, Proviantträume, Kettenkästen, Kabelgat, Mannschaftslogis, Maschinen- und Kesselraum, Kabinen und Kajüte (s. Fig. 8).

Fig. 8.

Vor der Behandlung der Kessel und Wohnräume war die gesamte Schiffsbesatzung vom Schiffe entfernt und an Land untergebracht worden, bis auf zwei Mann, welche im Verein mit einem Polizeiposten den Wachdienst auf dem Dampfer versahen.

Nach Beendigung des Einleitens wurde das Gas noch ca. 10 Stunden in jedem Raum bei abgedichteten Luftschächten belassen. Lebende, in Käfigen befindliche Ratten, welche man probeweise innerhalb dieser Zeit selbst durch solche Ventilatoren

in die Laderäume herabliess, durch welche keine Einleitung stattgefunden hatte, verendeten schon nach wenigen Minuten und bewiesen die gute Verteilung des Gases.

Obgleich, wie bereits vorher erwähnt, zur sicheren Abtötung von Ratten in Räumen eine Gasmenge genügt, welche die Hälfte des Kubikinhalts dieser Räume beträgt, wurde auf der Westphalia in Anbetracht der ernsten Sachlage noch mehr eingeblasen.

Der Inhalt der sämtlichen ausgegasten Räume betrug 8 768 cbm. Die Menge des eingeleiteten Gases (15 Stunden à 400 cbm) = 6000 cbm. Es stellt sich somit die Gasmenge auf ca. $^2/_3$ des Rauminhalts.

Die Wirkung des Gases geht aus den nachstehend mitgeteilten Resultaten hervor, welche gleichzeitig ein Bild von der Verteilung der Ratten und Mäuse innerhalb der einzelnen Schiffsräume gibt (vgl. Fig. 9).



Fig. 9.

Bei allen Rattenkadavern wurde, soweit die Fäulnis eine Untersuchung noch gestattete, Kohlenoxydvergiftung als Todesursache festgestellt. Bei einigen wurde ausserdem noch eine Pestinfektion nachgewiesen.

Folgende Tiere wurden verendet vorgefunden.

Laderaum I.	Ratten (CO-vergiftet)	98
	CO-vergiftet, ausserdem mit Pest behaftet	4
Laderaum II.	Mäuse (CO-vergiftet)	181
	CO-vergiftet, ausserdem mit Pest behaftet	1
Kohlenbunker.	Ratten (CO-vergiftet)	1

In den andern behandelten Räumen wurden keine Kadaver gefunden.

Lebende Ratten oder Mäuse sind auf dem Schiff nach der Behandlung nicht mehr bemerkt worden.

Bezeichnend für die gute Wirksamkeit des Gases sind die Stellen, an denen ein Teil der toten Tiere aufgefunden wurde.

So fand man z. B. Kadaver inmitten der untersten Ladung in den engsten röhrenartigen Gängen, welche sich zwischen einer Reihe der über- und nebeneinander aufgestapelten Säcke befanden.

Die Ladung war zur Zeit des Gasens in Raum I und II in einer durchschnittlichen Höhe von $6^1/_2$ m und einer Breite von 9,3 m gestapelt. Die gasdichten, eng gelagerten Kleiesäcke und Salzfelle boten für die Verteilung des Gases die ungünstigsten Bedingungen.

Fig. 9 gibt ein Bild der in Raum I verstauten Ladung nebst einigen auf und zwischen den Säcken nach der Behandlung mit Gas gefundenen Ratten.

Die Fähigkeit des Gases, überall hinzudringen, macht es unumgänglich notnotwendig, dass während der ganzen Dauer der Behandlung eines Schiffes streng darauf gehalten wird, dass sich niemand in Räumen, die unter Deck sind, aufhält. Zwar sind die eisernen Schotte auf gut imstande gehaltenen Schiffen so dicht, dass wie auf „Bulgaria" Ratten, die dicht neben den gaserfüllten, aber durch Schotte davon getrennten Räumen ausgesetzt waren, nicht geschädigt waren; man darf aber eine solche Dichtigkeit nicht überall ohne weiteres voraussetzen. Auch in den Maschinenräumen und Kohlenbunkern darf sich während des Verfahrens niemand aufhalten. Es ist deshalb ausgeschlossen, dass man das Einleiten von Generatorgas etwa als prophylaktische Massregel während der Fahrt vor der Ankunft im Hafen — für Hamburg würde die Zeit vom Einlaufen in die Elbe bis zur Ankunft in Hamburg in Betracht kommen — vornimmt. Dagegen wird es sich empfehlen, dass an Stelle des von uns bisher benutzten und zunächst zu Versuchszwecken bestimmten Apparates grössere Anlagen auf einem grösseren Fahrzeuge hergestellt werden, so dass in gleicher Zeit die doppelte, ja die dreifache Menge von kohlenoxydhaltigem Gase geliefert werden kann. Dann wird die Behandlung eines Schiffes entsprechend weniger Zeit in Anspruch nehmen.

Die Kosten des Verfahrens sind sehr gering, da sie ausser dem auch bei jedem andern Verfahren nötigen Personal nur aus den Kosten für verbrannten Koks bestehen. Der Preis für den zur Herstellung von 1000 cbm Gas erforderlichen Koks beläuft sich auf noch nicht 3 Mark, so dass also auch für die grössten Schiffe nicht mehr als 15—20 Mk. für Koks aufzuwenden sind. Die Anschaffungskosten für einen neuen grossen, schwimmenden Apparat dürften sich auf 50 000 Mk. belaufen. Nehmen wir an, dass im Verlaufe eines Jahres auch nur 100 Schiffe mit dem Apparat behandelt werden, so würden die Kosten — einschliesslich der Verzinsung, Amortisation, des Personals und des Verbrauches an Koks — für das einzelne Schiff sich auf 60—80 Mk. belaufen. Soviel kostet es auch, wenn grössere Schiffe, nachdem sie leer geworden sind, durch Verbrennen von Schwefel rattenrein gemacht werden sollen. In Hamburg übrigens würde bei der jetzigen Verbreitung der Pest in den für Hamburg in Betracht kommenden ausländischen Häfen mindestens täglich ein Schiff mit dem Apparat zu behandeln sein. Die Kosten würden sich also noch niedriger stellen.

Aus dem Gesagten dürfte hervorgehen, dass der Apparat auch unter schwierigen Verhältnissen bei annehmbarem Kostenaufwand das leistet, was zur Bekämpfung der Pestgefahr durch Vernichtung der Ratten an Bord von Schiffen zu verlangen ist.

Zur Desinfektion tuberkulösen Auswurfs.

Von

Oberarzt Dr. Bofinger,

kommandiert zum Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Es unterliegt nach den bisherigen Untersuchungen wohl keinem Zweifel, dass als Mittel zur Unschädlichmachung des Auswurfes von Lungenschwindsüchtigen der strömende Wasserdampf am besten geeignet ist. In einer Reihe von Arbeiten ist die Wirksamkeit des Dampfes wiederholt geprüft und sind zu dessen praktischer Verwertung — wenigstens in den Krankenhäusern — mehrere Apparate angegeben worden, über welche am Schlusse dieser Arbeit noch einiges gesagt werden soll.

Aber wenn wir auch im strömenden Dampf ein vorzügliches und in jedem Falle in kurzer Zeit sicher wirkendes Mittel an der Hand haben, so ist doch von verschiedenen Seiten betont worden, dass sich seine Anwendung vorläufig auf die Krankenhauspraxis beschränken müsse, dass dagegen für die Privatpraxis immer noch das Bedürfnis nach einem in nicht zu langer Zeit sicher wirkenden chemischen Desinfektionsmittel bestehen bleibe.

Die in dieser Richtung hin mit den gebräuchlichen und weniger gebräuchlichen Desinfizientien angestellten Versuche sind zwar sehr zahlreich, ihre Ergebnisse aber wenig ermutigend.

Wenn trotzdem im Gesundheitsamt noch einmal eine Reihe derartiger Versuche gemacht wurden, so mag dies wohl schon eine genügende Erklärung in der Wichtigkeit dieses Gegenstandes für die Bekämpfung der Tuberkulose finden, abgesehen davon, dass es von Interesse war, die in früheren Versuchen von verschiedenen Autoren mit denselben Desinfektionsmitteln erhaltenen verschiedenen Resultate einer Nachprüfung zu unterziehen und zugleich auch noch andere nicht geprüfte Desinfektionsmittel in dieser Richtung hin zu prüfen.

Es ist das Verdienst Museholds, durch seine Untersuchungen, entgegen der damals vorherrschenden Anschauung, auf die dringende Notwendigkeit der Desinfektion des Auswurfs hingewiesen zu haben. Und die zahlreichen, seit dieser Zeit veröffentlichten Untersuchungen, welche sich mit der Frage der Desinfektion des Auswurfs, sei es nun durch Dampf, Verbrennen, Kochen oder durch chemische Mittel, beschäftigen, beweisen zur Genüge, dass die Ausführungen von Musehold anerkannt worden sind.

Die Verschiedenheit der Versuchsergebnisse mit denselben Desinfektionsmitteln erklärt sich wohl, abgesehen von der verschiedenen physikalischen Beschaffenheit der Sputa, ohne weiteres aus der mehr oder weniger günstig gewählten Versuchsanordnung der Autoren.

Es sollen daher im folgenden sämtliche in der Literatur bekannt gewordenen Versuche, welche sich auf diesen Gegenstand beziehen, der Übersicht halber noch einmal kurz besprochen werden, um eine Zusammenstellung derselben zu geben und um die jedesmal getroffene Versuchsanordnung, soweit sie von den Verfassern angegeben worden ist, in ihrem Wert für die praktischen Verhältnisse kennen zu lernen.

Schill und Fischer haben im Jahre 1884 kurz nach der Entdeckung der Tuberkel-Bazillen durch Koch unter dessen Leitung die ersten Versuche zum Zweck der Desinfektion tuberkulösen Auswurfs angestellt. Die Versuchsanordnung in ihren ersten Versuchen war folgende: 2—3 Messerspitzen voll Sputum brachten sie in Glasnäpfchen von 6—7 ccm Inhalt, die Dauer der Einwirkung schwankte zwischen $1^1/_2$ bis 24 Stunden. Als Desinfizientien verwandten sie Alcohol absolutus, Kreosotwasser 1 %, Arsenige Säure 1 %, Karbolsäure 1, 2, 3 und 5 % und Essigsäure 31,86 %. Das Ergebnis dieser Versuche war, dass Alcohol absolutus, 3 % Karbolsäure, 31,86 % Essigsäure in 20 Stunden, 5 % Karbolsäure dagegen schon nach 2 Stunden die Tuberkel-Bazillen im Sputum abgetötet hatten, so dass die mit dem Sputum geimpften Tiere gesund blieben. In späteren Versuchen nahmen Verfasser grössere Mengen (40—50 ccm) Sputum und vermischten diese im Becherglase mit der doppelten Menge der betreffenden Desinfizientien. Als solche verwandten sie Sublimat 1 : 5000, 1000 und 500 und Karbolsäure 2,5, 5 und 10 %. Sublimat hatte nach 24 Stunden in keinem einzigen Falle abgetötet, 5 und 10 % Karbollösungen töteten nach 24 Stunden ab, 2,5 % dagegen nicht. Auf Grund dieser Versuche empfehlen die Verfasser die Karbolsäure als „recht gut“ geeignet zur Desinfektion tuberkulösen Auswurfs.

Sodann haben Grancher et de Gennes Versuche in dieser Richtung angestellt und zwar mischten sie durch Umrühren 2 ccm tuberkulösen Sputums mit 10 ccm der jedesmaligen Desinfektionsflüssigkeit. Angewandt wurden Karbolsäure 5 %, Pottasche 5 %, Kupfervitriol 5 %, Chlorzink 5 %, Sublimat 1 %; die Einwirkungsdauer bei allen ihren Versuchen betrug 24 Stunden, wobei nur die einprozentige Sublimatlösung imstande war, das Sputum zu desinfizieren. Durch keines dieser Chemikalien war die Form und Färbbarkeit der Tuberkel-Bazillen in irgend einer Weise verändert worden. Sie empfehlen auf Grund dieser Versuchsergebnisse die Desinfektion mit chemischen Mitteln nicht, sondern wollen das Sputum durch $^1/_4$ stündiges Kochen mit Wasser unter stetem Umrühren während des Kochens desinfiziert wissen.

Die von Jäger im Jahre 1889 angestellten, in anderen Arbeiten wiederholt angeführten Versuche können für unsere Untersuchungen nicht in Betracht kommen, da sie von ganz anderen Gesichtspunkten ausgehen. Jäger hat tuberkulöses Sputum an Seidenfäden angetrocknet und diese dann nur kurze Zeit (einige Minuten) in die betreffenden Desinfektionslösungen gebracht.

Gerlach hat dann 1891 anlässlich seiner Untersuchungen über Lysol dieses Mittel auch in seiner Wirkung auf frisches tuberkulöses Sputum geprüft und zwar

hat er die Anordnung seiner Versuche in der Weise getroffen, dass er in eine grössere Glasschale eine bestimmte Menge der Desinfektionsflüssigkeit goss und dazu etwa den vierten Teil Sputum brachte ohne umzurühren, um, wie er sagt, den praktischen Verhältnissen möglichst gerecht zu werden, indem er hierbei hauptsächlich den Gebrauch der Spucknäpfe im Auge hatte. Nach bestimmten Zeiten entnahm er dann Teile des Sputums und verimpfte diese auf Meerschweinchen oder Kaninchen. Neben 5 und 10% Lösungen von Lysol verwandte er noch Karbolsäure 5 und 10% und Kreolin 5 und 10% Die Ergebnisse dieser Versuche waren folgende: Die Tuberkel-Bazillen waren in 3—24 Stunden durch 5 und 10%ige Lösungen von Lysol abgetötet, die andern beiden Mittel dagegen hatten in keinem Falle Abtötung bewirkt. Ausserdem war das Sputum durch 10% Lysol in 6 Stunden, durch 5% in 12 Stunden vollkommen verflüssigt und musste mit der Kochschen Spritze verimpft werden. Verfasser kommt daher zu dem Schlusse, dass das Lysol zur Keimfreimachung infektiöser Sputa bei weitem am meisten von allen bisherigen Desinfektionsmitteln leiste, zumal da es das Sputum auch ohne mechanische Beihilfe vollkommen aufzulösen imstande ist und dadurch eine leichte Reinigung der gebrauchten Gefässe zulässt.

Die nächsten grösseren Versuche über Sputum-Desinfektion veröffentlichte im selben Jahre Spengler. Er stellte seine Versuche in Uhrschälchen an, indem er eine Sputumflocke in das mit der gleich grossen Menge der Desinfektionsflüssigkeit gefüllte Schälchen brachte und ohne umzurühren stehen liess. Geprüft wurden Aseptol, Kreolin, Lysol und Karbolsäure; 10% Lysol zeigte sich in diesen Versuchen nach mindestens 12stündiger Einwirkungsdauer imstande, die Tuberkel-Bazillen im Sputum sicher abzutöten; auch er empfiehlt daher zehnprozentige Lösungen des Lysols als das beste Mittel zur Desinfektion tuberkulösen Auswurfs.

Buttersack hat im Jahre 1892 mit 6,6—10% Kresol und Lysol schon nach 12, 10, ja nach 6 Stunden regelmässig Abtötung der Tuberkel Bazillen in frischem Sputum erreicht, wenn er die Desinfektionsflüssigkeit dem Sputum im Überschuss zusetzte und „von Zeit zu Zeit“ umrührte. Die Kresolpräparate, welche zur Verwendung gelangten, hatten nach Angabe der Fabrik folgende Zusammensetzung:

1. Gereinigtes Kresol in gereinigtem kresolkarbonsaurem Natrium und
2. Rohkresol in rohkresotinsaurem Natrium.

Angeregt durch die Untersuchungen von Spengler hat dann im Jahre 1894 Goriansky weitere Versuche in dieser Richtung hin angestellt und veröffentlicht. Er nahm Sputum und Desinfektionsflüssigkeit zu gleichen Teilen und mischte diese gründlich durch. Daneben prüfte er dieselben Mittel auch gleichzeitig in ihrer Wirksamkeit auf Reinkulturen von Tuberkel-Bazillen. Die angewandten Desinfizientien waren Lysol 10%, Karbolsäure 5%, alkalische Lösungen von Fichtenteer und Holzessig. Die Ergebnisse seiner Versuche waren die, dass der Holzessig schon nach 2 bis 6 Stunden, 5% Karbolsäure und Lysol dagegen noch nicht nach 24 Stunden abgetötet hatten, während mit den Teerlösungen, welche 10—25% zur Anwendung kamen, selbst nach 24—48 Stunden eine Desinfektion des Sputums nicht zu erreichen war.

Traugott hat fein emulgiertes Sputum mit 1% und 1‰ Lösungen von Jodtrichlorid innig vermischt und dabei schon nach 1 Stunde Abtötung der Tuberkel-

Bazillen bekommen. Natürlich können für unsere Zwecke seine Untersuchungen nicht in Betracht kommen, wie ohne weiteres aus seiner Versuchsanordnung zu ersehen ist.

Durch diese Mitteilung Traugotts angeregt, hat dann Steinitz im Jahre 1901 wieder eine grössere Reihe von Desinfektionsversuchen mit frischem tuberkulösem Sputum gemacht und zwar verfuhr er dabei in der Weise, dass er 3 ccm Sputum mit der zehnfachen Menge der betreffenden Desinfektionsflüssigkeit stehen liess, ohne umzurühren. Angewendet wurden $^1/_2$—10‰ Lösungen von Jodtrichlorid, 5 und 10% Formalinlösungen, reine Salzsäure, salzsaurer Alkohol 2,5—5%, Sublimat 1—10‰ und Sublimatalkohol. Die längste Einwirkungsdauer betrug in diesen Versuchen 8 Stunden, meist belief sie sich nur auf 1—3 Stunden. Die Ergebnisse sind kurz folgende: in einigen Fällen hatte die 5‰ Jodtrichloridlösung in 1 Stunde, in anderen Fällen dagegen nach 3 Stunden noch nicht einmal die 10‰ Lösung abgetötet; 10 und 5% Formalin konnte in 1—3 Stunden niemals die Tuberkel-Bazillen abtöten. Mit reiner Salzsäure erreichte er bei hohen Konzentrationen 9—15%, mit Salzsäure-Alkohol nur in einigen Fällen positive Resultate. Sublimatalkohol dagegen hatte nach 3 Stunden in jedem Falle desinfiziert. 1‰ Sublimat tötete in 6—8 Stunden ab, 2‰ nach 3—5 Stunden, 5‰ schon nach 1 $^1/_2$ Stunden. Er empfiehlt daher Sublimat als Desinfektionsmittel für tuberkulöses Sputum, sowie zur Desinfektion beschmutzter Wäsche und Taschentücher, welche 5 Stunden lang in 1‰ Lösungen eingelegt werden sollen.

Im selben Jahre berichtete Cramer über zwei neuere Desinfektionsmittel, Lysoform und Bazillol, welch letzteres er auch in seiner Wirkung auf tuberkulöses Sputum geprüft zu haben scheint. Genauere Angaben über die Anordnung seiner Versuche sind nicht gemacht. Das Bazillol ist ein Kresolgemisch, welches durch eine Seife löslich gemacht ist, ähnlich dem Lysol; doch soll es vor diesem den Vorteil bieten, dass es nahezu vollständig geruchlos ist. Grobgeballtes Sputum war durch eine einprozentige Lösung des Bazillols in 3 Stunden noch nicht desinfiziert. Danach denkt sich Verfasser die Verwendung des Bazillols zur Desinfektion tuberkulösen Auswurfs so, dass „in den meisten Fällen" ein Auffangen desselben in einer 3—4%igen Lösung und 18—20stündiges Stehenlassen in letzterer genüge, um eine ausreichende Desinfektion zu erzielen. Der Verfasser erachtet allerdings die Desinfektion für genügend, wenn 90—95% der Tuberkel-Bazillen im Sputum abgetötet sind. Wenn man ganz sicher gehen will, so muss man nach ihm die chemische Desinfektion mit der physikalischen kombinieren und zwar in folgender Weise: die Spuckgläser werden mit 1% Bazillol gefüllt, nach einiger Zeit werden die grösseren Ballen durch Gaze filtriert und dann die zugebundenen Gazebeutel im Ofen verbrannt. Das Filtrat wird nach 24stündigem Stehenlassen der Kanalisation übergeben. Die verschiedene Resistenz der einzelnen Sputa demselben Desinfektionsmittel gegenüber hält er namentlich bedingt durch den verschiedenen Fett- und Luftgehalt derselben.

Der Zahl der bis jetzt geprüften Desinfektionsmittel fügte Griffon in demselben Jahre ein neues hinzu. Er verwandte 1%ige Lösungen von Aniodol und erreichte damit nach mindestens 24stündiger Einwirkung Abtötung der Tuberkel-Bazillen. Über die

Versuchsanordnung werden keine näheren Angaben gemacht. Die Tatsache, dass die Eigenschaften inbezug auf Form und Färbbarkeit der Tuberkelbazillen in keiner Weise beeinträchtigt wurden, hält Verfasser für beachtenswert bei Versendung von Sputum zu Untersuchungszwecken, insofern, als es dadurch ermöglicht ist, nur vorher desinfiziertes Sputum zu verschicken.

Diese Versuche mit Aniodol nahm in neuester Zeit Rayband wieder auf, indem er sich ein Präparat aus Essigsäure und Aniodol herstellte, von welchem er nur angibt, dass es 1,66 % Aniodol enthalte. Diese essigsaure Aniodollösung wurde dem Sputum zu gleichen Teilen zugesetzt und dann die beiden Substanzen vermischt. Nach 12 stündiger Einwirkung waren die Tuberkelbazillen immer abgetötet.

Nach Beendigung meiner Versuche sind in der Literatur noch einige weitere Arbeiten bekannt geworden, welche sich mit der chemischen Desinfektion des tuberkulösen Auswurfs beschäftigen und zwar erschien als erste von diesen die Arbeit von Thom. Verfasser hält die Desinfektion des Sputums mittels strömenden Wasserdampfes nach der zuerst von Kirchner angegebenen Methode nicht für geeignet, da sie zwei grosse Nachteile aufweise: 1. Das Springen eines grossen Teils der Gläser; 2. Unbrauchbarwerden des Gummiverschlusses der Taschenspucknäpfe. Auch die Verbrennungsmethoden haben ihre Nachteile. Den in der Originalarbeit bezüglich der letzteren Beseitigungsart des Sputums ausführlicher aufgeführten Gründen des Verfassers möchte ich mich unbedingt anschliessen. Darnach hält er die Unschädlichmachung des Auswurfs mit chemischen Mitteln auch in den Anstalten (Heilstätten) für wünschenswert. Geprüft wurden von ihm Lysol 10 %, Lysoform 2 %, Reinsolutol 3 %, NaOH 0,57 % und Rohsolutol 2 % + NaOH 0,57 %; ferner strömender Dampf. Von allen diesen Mitteln waren nur der Dampf nach ½ stündiger Einwirkung und das Rohsolutol nach 24 stündiger Einwirkung imstande, die Tuberkel-Bazillen im Sputum abzutöten.

Von der Voraussetzung ausgehend, dass der Schleim die „Barrikade" sei, welche sich einer wirksamen Desinfektion des Sputums auf chemischem Wege entgegenstelle, sucht er nach einem „Bundesgenossen für das eigentliche Desinfiziens" und glaubt einen solchen in der Natronlauge gefunden zu haben. Die Wirkung der Lauge ist nach ihm eine dreifache: auflösend, keimtötend und reinigend.

Da nach seiner Ansicht mit geringer Menge des Desinfiziens und in Schnelligkeit nichts zu erreichen ist, sondern nur mit grossen Mengen und in „genügend langer" Zeit (10—24 Stunden hält er mit Cramer für die richtige), so wendet er bei seinen Versuchen die zehnfache Menge des Desinfiziens an und lässt dies 6—24 Stunden lang einwirken. Seine Versuchsanordnung war folgende: 2—3 Sputumballen mit einem Gesamtgewicht von etwa 5 g wurden in einem Schälchen mit der zehnfachen Menge der zu untersuchenden Desinfektionsflüssigkeit zusammengeschüttet, ohne die Masse umzurühren. Nach einer bestimmten Zeit (6—24 Stunden) wurde das Desinfiziens durch steriles Wasser vertauscht und dann das Sputum auf einem sterilen Filter genügend mit sterilem Wasser abgespült. Je nach dem Alter der Tiere wurde ½—1 Pravazsche Spritze davon intraperitoneal injiziert.

Die Zusammensetzung der zu dieser zweiten Versuchsreihe benutzten Desinfektionsflüssigkeit gibt Verfasser nicht genau an; jedenfalls handelt es sich um ein Gemisch

von Kresolpräparaten und Natriumhydroxydlösung. Die Lösung soll klar, billig und ungefährlich sein. Die mit dieser Lösung erzielten Erfolge seien durchaus zufriedenstellend; er hat nach 12—24 Stunden regelmässig Abtötung der Tuberkel-Bazillen erreicht.

Angeregt durch diese Veröffentlichung Thoms, berichtete Roepke in neuester Zeit über gleichzeitig von ihm angestellte Versuche, wobei er von demselben Gedanken geleitet wurde.

Verfasser tritt für eine chemische Desinfektion des Sputums deshalb ein, weil 1. die Dampfdesinfektion zu umständlich und kostspielig sei, 2. weil bei dieser Art der Sputumdesinfektion das erzieherische Moment namentlich in Heilstätten für die Kranken ganz in Wegfall komme. Der Kranke soll daran gewöhnt werden, für die unschädliche Beseitigung seines Auswurfs selbst zu sorgen.

Bei der ersten Reihe seiner Versuche prüfte er Sublimat 1, 3 und 5 ‰; Bazillol 1 %; Chinosol 1 %; Lysoform 1, 3 und 5 %; Karbollysoform 1, 2 und 3 %; flüssige Formalinseife und Liquor Kal. caust. Die Anordnung seiner Versuche war die folgende: 2—3 Sputumballen von verschiedenen Patienten wurden in etwa 50 ccm der betreffenden Desinfektionsflüssigkeit gebracht und ohne Umrühren 8 Stunden lang stehen gelassen. (Diese Zeit wurde gewählt, weil Verfasser davon ausging, dass die Kranken meist doch um 10 Uhr abends zu Bett gehen und kaum vor 6 Uhr morgens aufstehen, das Sputum also mindestens 8 Stunden ungestört mit dem Desinfiziens in Berührung bleibt.) Hierauf wurde das Sputum in 5 mit sterilem „Salzwasser" gefüllten Schalen abgewaschen und die „schliesslich übrig bleibenden Sputumteile" in physiologischer Kochsalzlösung möglichst vollständig aufgelöst und zu je ½ ccm an 2 Meerschweinchen intraperitoneal verimpft. Das Resultat dieser Versuche war, dass 5 %iges Lysoform in einem Falle abgetötet hatte, ein Fall mit 3 % Karbollysoform ist zweifelhaft; die übrigen Desinfizientien waren alle in der besagten Zeit von 8 Stunden unwirksam.

Da ihm bei diesen Versuchen die bessere Wirkung der alkalisch reagierenden Desinfektionsflüssigkeiten, welche das Sputum auflösten und auch, wenn sie die Tuberkel-Bazillen im Sputum nicht vollständig abzutöten vermochten, doch eine deutliche Verlangsamung des Krankheitsverlaufes bei den Versuchstieren verursachten, auffiel, so suchte er durch künstlich erhöhte Alkaleszenz die Wirkung dieser Mittel zu steigern. Er nahm also zu einer zweiten Versuchsreihe 1—5 % Lysoform, dem er auf je 100 ccm 1—5 ccm Kalilauge zusetzte; ebenso 1—3 % Karbollysoform und 0,1—0,2 % Sublimat mit je 1 und 2 ccm Kalilauge auf 100 Teile. Diese Mischungen sollen das Sputum meist schon nach 1—4 Stunden verflüssigt und regelmässig in 8 Stunden Abtötung der Tuberkel-Bazillen erreicht haben. Eine dritte Versuchsreihe stellte Verfasser mit 1 % bezw. 0,1 %iger Lösung derselben 3 Mittel und einer grösseren Menge Kalilauge (3—4 ccm auf 100) an; die Resultate dieser Versuche sind noch abzuwarten, scheinen aber auch günstige zu sein.

Verfasser kommt daher auf Grund seiner bisherigen Versuchsergebnisse zu dem Schlusse, dass Lysoform, Karbollysoform und Sublimat in stark alkalischer Lösung abtötende Eigenschaften dem tuberkelbazillenhaltigen Sputum gegenüber besitzen und

zwar „voraussichtlich" in einer Konzentration, welche ihre allgemeine Anwendung zur Sputumdesinfektion vom medizinischen und praktischen Standpunkte aus rechtfertigen kann; abgesehen vom Sublimat seien doch das Lysoform und das Karbollysoform „ungefährliche, wohlriechende und billige" Desinfektionsmittel für das praktische Leben.

Verfasser ist noch mit weiteren Versuchen nach dieser Richtung beschäftigt, um die im Laboratorium gewonnenen Ergebnisse auf ihre Richtigkeit im grossen Heilstättenbetrieb hin zu prüfen und dann erst mit praktischen Vorschlägen zur Sputumbeseitigung und Sputumdesinfektion im Sinne seiner „einleitenden Ausführungen" hervorzutreten.

Von dieser ganzen Zahl der in den oben beschriebenen Versuchen angewandten Desinfektionsmittel lässt sich nun bei der Prüfung auf ihre praktische Brauchbarkeit ohne weiteres eine ganze Reihe streichen. Die Anforderungen, welche an ein praktisch verwendbares chemisches Desinfektionsmittel zu stellen sind, sind schon von berufenerer Seite hervorgehoben worden, sollen hier aber noch einmal Erwähnung finden. Ein solches Mittel soll in nicht zu hoher Konzentration angewandt wirksam, also in der Hand des Laien relativ ungefährlich sein; sodann soll es nicht zu teuer sein und endlich einen nicht zu unangenehmen Geruch verbreiten. Auf letzteren Punkt würde man aber bei Vorhandensein der sonstigen Eigenschaften leichter verzichten können. Hieraus ergibt sich ohne weiteres die Schwierigkeit, wie auch die grosse Zahl der schon in dieser Richtung hin geprüften Mittel beweist, ein wirklich brauchbares unter den bis jetzt bekannten und gebräuchlichen Desinfektionsmitteln zu finden.

Als das beste Mittel muss natürlich das bezeichnet werden, welches in relativ kurzer Zeit sicher zu desinfizieren imstande ist, wenn man sich nicht wie Cramer mit einer Abtötung von 90—95% der Tuberkel-Bazillen zufrieden geben will.

In Anbetracht der praktischen Verhältnisse, namentlich auch in der Privatpraxis scheint uns ein Mittel, welches imstande ist, innerhalb 6—10 Stunden ohne mechanische Beihilfe das Sputum sicher zu desinfizieren, d. h. die darin enthaltenen Tuberkel-Bazillen sämtlich abzutöten, immerhin als ein brauchbares zu bezeichnen zu sein, sei es nun, dass man das betreffende Mittel zur Füllung von Spucknäpfen oder zur Desinfektion grösserer, im leeren Spuckglas aufgesammelter Sputummengen verwendet. In dem tagsüber benutzten Spucknapf würden am andern Morgen sämtliche Tuberkel-Bazillen abgetötet sein und könnte der Inhalt des Spucknapfes ohne Bedenken den Abwässern übergeben werden. Im anderen Falle würde, was ja in der Privatpraxis meist keine Bedenken haben würde, die Benutzung zweier Spuckgläser geboten sein. Roepke hat, von ähnlichen Erwägungen ausgehend, eine Einwirkungsdauer von 8 Stunden für seine Versuche in Anwendung gebracht.

Die Füllung von Spucknäpfen, welche auf dem Boden stehen, hat nun aber, wie auch von anderer Seite schon hervorgehoben wurde, ihre Bedenken, einmal, weil sie leicht umgestossen werden und die darin enthaltenen Flüssigkeiten Möbeln, Teppichen etc. schaden könnten, dann aber auch wegen der damit verbundenen Gefahr für die Haustiere (Katzen und Hunde), welche bekanntlich Sputum sehr gern fressen und dann selbst an Tuberkulose erkrankt, eine neue Infektionsquelle abgeben können. Allein diese Bedenken liessen sich, wenn erst einmal bei allen Phtisikern und deren

Umgebung das Bewusstsein der Notwendigkeit der Desinfektion des Auswurfs durchgedrungen sein würde, leicht durch entsprechende Aufstellung des Spucknapfes im Zimmer vermeiden.

Eine Füllung der Spuckgläser mit irgend einer Desinfektionsflüssigkeit dürfte sich wegen der damit verbundenen Gefahr des Verspritzens beim Hineinspucken für den Kranken selbst und des Geruches der meisten Desinfizientien nicht empfehlen. Es würde sich also hierbei um die Unschädlichmachung einer im Spuckglas aufgefangenen grösseren Menge von Auswurf handeln.

Demgemäss muss nun auch die Versuchsanordnung getroffen werden, um für die Praxis verwendbare Resultate zu bekommen. Versuche, in welchen nur eine geringe Menge von Sputum in womöglich zehnfacher Menge der betreffenden Desinfektionsflüssigkeit verwendet wurde, haben für die praktischen Bedürfnisse nur beschränkten Wert. Ebenso muss das auch nur einmalige Umrühren der Mischung vermieden werden, da es für die Praxis wegen der damit verbundenen Gefahr des Verspritzens ansteckungsfähiger Teile nicht in Betracht kommen kann, ganz abgesehen davon, dass eine solche Manipulation für die meisten Laien ekelhaft sein würde.

Aus diesen Betrachtungen ergibt sich ohne weiteres die in unseren Untersuchungen gewählte Versuchsanordnung. Es wurden nur grössere Sputummengen verwendet, indem hauptsächlich auch die von anderer Seite wiederholt betonte Tatsache Berücksichtigung fand, dass sich Sputa verschiedener Herkunft demselben Desinfektionsmittel gegenüber sehr verschieden verhalten können.

Die Versuchsanordnung war für alle Versuche dieselbe. Die kleinen Abänderungen, welche bei der Verimpfung des desinfizierten Materials in Rücksicht auf dessen physikalische Beschaffenheit nach Einwirkung des Desinfiziens gemacht werden mussten, sollen bei den einzelnen Versuchen besprochen werden.

Die von je einem Kranken in verschiedenen Stadien der Tuberkulose täglich ausgeworfene und ohne Zusatz von Wasser aufgefangene Sputummenge, welche etwa zwischen 20 und 200 ccm schwankte, wurde im Becherglase mit derselben Menge der betreffenden Desinfektionsflüssigkeit vermengt und verschieden lange Zeit zwischen 3 bis 48 Stunden stehen gelassen, ohne vorher umzurühren. Nach verschieden langer Zeit wurden grössere Mengen des Sputums mit der Pinzette entnommen, in Wasser ausgewaschen, im Mörser zerrieben, mit physiologischer Kochsalzlösung aufgeschwemmt und mittels der Pravazschen Spritze je 1 ccm der Aufschwemmung an Meerschweinchen subkutan und intraperitoneal verimpft. Vor der Verimpfung wurden von jeder Aufschwemmung mikroskopische Präparate angelegt und mit dem undesinfizierten Sputum Kontrolltiere geimpft.

Die Versuchsanordnung ist also im grossen und ganzen dieselbe wie die in den späteren Versuchen von Schill und Fischer getroffene, mit dem Unterschiede, dass letztere immer gleich grosse Mengen von Sputum verwandt haben; ausserdem kommen bei unseren Versuchen meist grössere Mengen Sputum zur Verwendung, ein Umstand, der für das Ergebnis des Versuches nicht ohne Bedeutung zu sein scheint.

Die Versuche selbst sollen nun in folgendem kurz beschrieben werden.

I. Sublimatlösung 1 : 1000.

a. Einwirkungsdauer 24 Stunden.

25 ccm Sputum, eitrig, zäh am Glase haftend. Tuberkel-Bazillen reichlich. Zur vollständigen Entfernung des Sublimats werden die nach 24stündiger Einwirkung des Desinfiziens entnommenen Sputumteile erst in Ammoniumsulfidlösung, dann erst in Wasser abgewaschen und an 4 Meerschweinchen verimpft (2 subk., 2 intrap.).

Tötung der Tiere nach 6 Wochen; alle sind gesund.

b. Einwirkungsdauer 12 Stunden.

200 ccm Sputum, grobgeballt, mit reichlicher schleimiger Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen reichlich. Weitere Behandlung wie im vorigen Versuch. Verimpfung an 2 Meerschweinchen (1 subk., 1 intrap.).

Tötung der kranken Tiere nach 20 Tagen; beide zeigen ziemlich vorgeschrittene Tuberkulose.

Nach 24 Stunden hatte das Sputum zum grössten Teil sein ursprüngliches Aussehen verloren, blieb aber zu einem Klumpen geballt an der Oberfläche des Sublimats schwimmen, um beim Auswaschen in Wasser in einzelne ziemlich farblose Fetzen zu zerfallen, nach 12stündiger Einwirkung war nur die äussere Schicht der Sputumballen farblos geworden, im Innern zeigten dieselben noch unverändertes Aussehen.

Diese Versuche wurden hauptsächlich deshalb angestellt, weil Steinitz so überaus günstige Ergebnisse mit Sublimat erhalten hat, im Gegensatz zu den früher von Schill und Fischer erhaltenen. Abgesehen von den 3 und 5‰ Lösungen, welche Steinitz verwandte und welche für die Praxis wohl kaum in Betracht kommen können aus den oben angeführten Gründen, war die Wirkung der 1‰ Lösung noch um mehr als das Doppelte günstiger als in unseren Versuchen und denen von Schill und Fischer. Ganz im Gegensatz zu diesen Versuchsergebnissen, welche Steinitz mit Sublimatlösung 1, 2 und 5‰ erhielt, stehen auch die Ergebnisse von Roepke, der bei ungefähr derselben Anordnung der Versuche die Wirkung der Sublimatlösungen um so schlechter fand, je konzentrierter sie angewandt wurden; jedenfalls hatte er nach 8 Stunden weder mit 5‰ noch mit 2 und 1‰ Lösungen Abtötung der Tuberkel-Bazillen im Sputum konstatieren können. Er sucht die Erklärung der schlechten Wirkung des konzentrierten Mittels darin, dass sich die Sputumballen mit einem schützenden Wall umgeben, welcher ein rasches Eindringen des Desinfiziens in das Innere der Ballen verhindert. Von wie grossem Einfluss auf den Ausfall der Desinfektion die physikalische Beschaffenheit des Sputums ist, geht aus den folgenden Versuchen noch zur Genüge hervor, sei es nun, dass nach Cramer der verschiedene Fett- und Luftgehalt des Sputums oder einfach die grössere oder geringere Menge schleimiger Flüssigkeit die Schuld daran trägt. Im letzteren Falle würden sich die Unterschiede in der Wirkung desselben Desinfektionsmittels auf verschiedene Sputa so erklären, dass die Konzentration des betreffenden Mittels bei Anwesenheit grösserer schleimiger Beimengung zu schwach würde, um noch eine Abtötung der Tuberkel-Bazillen zustande zu bringen. Die Konzentration des Desinfektionsmittels bleibt natürlich unverändert oder wird wenigstens nicht wesentlich verändert, wenn man einen Sputumballen ohne die von einem Phthisiker häufig ausgehustete, manchmal ziemlich bedeutende Menge schleimiger Flüssigkeit verwendet.

2. Karbolsäurelösung 5 : 100.

a. Einwirkungsdauer 24 Stunden.

Versuch 1. 100 ccm Sputum, kleingeballt, reichliche schleimige Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen reichlich.

Impfung von 4 Meerschweinchen (2 subk., 2 intrap.). 1 intraperitoneal geimpftes Tier geht nach 4 Wochen an Tuberkulose ein. Tötung der übrigen; sämtlich tuberkulös.

Versuch 2. 50 ccm Sputum, locker geballt, eitrig, mit geringer schleimiger Flüssigkeitsmenge. Tuberkel-Bazillen reichlich.

Verimpfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Das intraperitoneal geimpfte Tier geht nach 5 Wochen ein, zeigt kein Zeichen von Tuberkulose. Das subkutan geimpfte wird nach 8 Wochen getötet und ist ebenfalls gesund.

b. Einwirkungsdauer 48 Stunden.

Dasselbe Sputum wie bei Versuch a. 2.

Verimpfung an 2 Meerschweinchen (subkut. und intrap.). Die nach 8 Wochen getöteten Tiere sind gesund.

Während im ersten Versuch sich die Sputumballen nur wenig verändert hatten, nahm das Sputum in den beiden anderen Versuchen eine weissliche Färbung an und wurde bröckelig.

Auch hier zeigt sich wieder deutlich der Einfluss der Versuchsanordnung auf das Ergebnis der Versuche. Schill und Fischer hatten bei ihren ersten Versuchen eine Sputumflocke mit der 8—12fachen Menge der 5%igen Karbolsäure zusammengebracht und dabei schon nach 2 Stunden Abtötung der Tuberkel-Bazillen erreicht; schon bei der weniger günstigen Anordnung von Grancher et de Gennes, Spengler und Gerlach versagte bei letzterem sogar die 10%ige Karbolsäure bei 24stündiger Einwirkung. In den späteren Versuchen von Schill und Fischer, wo die gleiche Menge Sputum und Karbolsäure verwendet wurde, war letztere in 5 und 10%igen Lösungen erst nach 24 Stunden imstande, die Tuberkel-Bazillen abzutöten, wenn mechanisch gemischt wurde. Nach Goriansky hatte eine 5%ige Lösung, ebenfalls nach gründlichem Durchmischen Abtötung erreicht. In unseren Versuchen war die Wirkung der 5%igen Karbolsäurelösung nach 24 Stunden unsicher, indem die Tuberkelbazillen in einem Falle abgetötet waren. Im anderen Falle waren dagegen noch solche Mengen virulenter Bazillen vorhanden, dass das intraperitoneal geimpfte Meerschweinchen nach 4 Wochen an Tuberkulose zugrunde ging. Im ersteren Falle handelte es sich wieder um ein Sputum mit ziemlich reichlicher schleimiger Flüssigkeit.

3. Formalinlösung 5 : 100.

a. Einwirkungsdauer 3 Stunden.

50 ccm Sputum, leicht zäh, mit geringer schleimiger Beimengung.

Nach dem Herausnehmen aus der Lösung werden die Sputumteile erst in einer schwachen Ammoniaklösung, dann in Wasser abgewaschen und an 2 Meerschweinchen verimpft (subk. und intrap.). Tötung der kranken Tiere nach 4 Wochen, beide tuberkulös.

b. Einwirkungsdauer 6 Stunden.

Dasselbe Sputum.

Impfung von 2 Meerschweinchen wie üblich. Tötung der kranken Tiere nach 4 Wochen. Tuberkulose.

c. Einwirkungsdauer 12 Stunden.

Dasselbe Sputum.

Impfung in derselben Weise auf 2 Meerschweinchen. Tötung der Tiere nach 8 Wochen, beide sind gesund.

d. Einwirkungsdauer 24 Stunden.

Dasselbe Sputum.

Impfung wie sonst. Tötung der beiden Tiere nach 6 Wochen; keine Spur von Tuberkulose.

Nach 3 Stunden hatte das Sputum noch vollkommen unverändertes Aussehen, schon nach 6 Stunden begann es sich teilweise zu entfärben und bröckelig zu werden, um nach 24 Stunden vollkommen farblos zu sein und zu zerfallen.

Die 5%ige Formalinlösung war also imstande, die Tuberkel-Bazillen im Sputum nach 12stündiger Einwirkungsdauer abzutöten.

Es mag hier Erwähnung finden, dass zu anderen Zwecken Versuche mit Formaldehydgas (2,4 kg Formaldehyd [40%], 7,2 kg Wasser auf 150 ccm Rauminhalt bei 3½stündiger Einwirkungsdauer und einer Temperatur von 13° C.) gemacht wurden, zur Abtötung von Tuberkelbazillen in Sputum, welches auf Leinwandläppchen angetrocknet war. Hierbei trat Abtötung ein.

4. Kresolseifenlösung 5 : 100.

a. Einwirkungsdauer 24 Stunden.

Versuch 1. 150 ccm Sputum, geballt, mit reichlicher schleimiger Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen zahlreich. (Die Kresolseifenlösung wird auf 40° erwärmt.)

Verimpfung an 4 Meerschweinchen (2 subk., 2 intrap.). Ein intraperitoneal geimpftes Tier ging nach 21 Tagen an Tuberkulose ein, die übrigen wurden getötet und waren alle tuberkulös.

Versuch 2. 100 ccm Sputum, zäh, am Glase haftend, mit geringer schleimiger Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen sehr zahlreich. (Lösung wird auf 70° erwärmt.)

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der schwerkranken Tiere nach 3 Wochen; beide tuberkulös.

Versuch 3. 100 ccm Sputum, geballt, zäh am Glase haftend, ohne Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen reichlich. (Lösung auf 40° C. erwärmt.)

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Das intraperitoneal geimpfte Tier wird getötet nach 5 Wochen; vorgeschrittene Tuberkulose; das subkutan geimpfte erhält 0,1 ccm Tub. Koch und geht am folgenden Tage ein.

b. Einwirkungsdauer 48 Stunden.

Dasselbe Sputum.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Das intraperitoneal geimpfte Tier ist nach 3 Wochen an einer interkurrenten Krankheit eingegangen. Das subkutan geimpfte Tier wird nach 7 Wochen getötet, ist gesund.

5. Kresolseifenlösung 10 : 100.

a. Einwirkungsdauer 3 Stunden.

50 ccm Sputum, eitrig, geballt, leicht zäh. Tuberkel-Bazillen wenig zahlreich.

Impfung an 4 Meerschweinchen (2 subk., 2 intrap.). Tötung der Tiere nach 6 Wochen, ziemlich vorgeschrittene Tuberkulose bei allen 4 Tieren.

b. Einwirkungsdauer 6 Stunden.

Versuch 1. 200 ccm Sputum, eitrig, geballt, mit geringer Menge schleimiger Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen zahlreich.

Impfung an 2 Meerschweinchen. Das intraperitoneal geimpfte Tier geht nach 3 Wochen an Tuberkulose ein, das subkutan geimpfte wird nach 6 Wochen getötet; vorgeschrittene Tuberkulose.

Versuch 2. 200 ccm Sputum geballt, reichliche schleimige Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen sehr zahlreich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Das subkutan geimpfte Tier ist nach 4 Tagen an einer interkurrenten Krankheit eingegangen; das intraperitoneal geimpfte wird schwerkrank nach 20 Tagen getötet und zeigt weit vorgeschrittene Tuberkulose.

c. Einwirkungsdauer 12 Stunden.

120 ccm Sputum, fest geballt, mit reichlicher schleimiger Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen reichlich.

Impfung in der üblichen Weise an 2 Meerschweinchen. Tötung der kranken Tiere nach 4 Wochen; Tuberkulose.

d. Einwirkungsdauer 24 Stunden.

Versuch 1. Sputum wie in Versuch a.

Impfung an 4 Meerschweinchen (2 subk., 2 intrap.). Tötung der Tiere nach 6 Wochen, alle gesund.

Versuch 2. Sputum wie in Versuch b. 1.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der Tiere nach 6 Wochen, alle gesund.

Bei Verimpfung des der Desinfektionsflüssigkeit ausgesetzten Materials musste in diesen Versuchen von der Regel abgewichen werden, da das Sputum bei längerer oder kürzerer Einwirkung der Kresolseifenlösungen zu einer mehr oder weniger flüssigen homogenen Masse zerflossen war. Die in den meisten Fällen gelatinöse Sputummasse wurde entweder wie gewöhnlich nach dem Abwaschen im Wasser im Mörser zerrieben oder wenn die Masse schon dünnflüssiger geworden war, sofort ohne vorheriges Zerreiben mittels der Pravazschen Spritze verimpft. Eine so schnell eintretende Verflüssigung des Sputums, wie sie Gerlach in seinen Lysolversuchen bekommen hat, indem 10% Lysol schon nach 6 Stunden, 5% nach 12 Stunden das Sputum ohne mechanische Beihilfe vollständig verflüssigt haben soll, haben wir in diesen Versuchen nie erreicht. Eine vollständige Auflösung des Sputums trat bei Anwendung der 5%igen Kresolseifenlösung erst nach 48 Stunden, bei der 10%igen Lösung erst nach 24 Stunden ein.

Dementsprechend sind auch die Versuchsergebnisse bezüglich der Abtötung der Tuberkel-Bazillen schlechtere; die 5%ige Lösung zeigte sich erst nach 48 Stunden, die 10%ige erst nach 24 Stunden imstande, das Sputum sicher zu desinfizieren.

6. **Kresolschwefelsäure** (Rohkresol und konzentrierte Schwefelsäure im Kalten zu gleichen Teilen gemischt) **5 : 100.**

a. Einwirkungsdauer 6 Stunden.

Versuch 1. 30 ccm Sputum, eitrig, zäh am Glase haftend. Tuberkel-Bazillen zahlreich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der kranken Tiere nach 5 Wochen; vorgeschrittene Tuberkulose.

Versuch 2. 30 ccm Sputum, locker geballt, mit geringer schleimiger Flüssigkeitsmenge. Tuberkel-Bazillen nicht sehr zahlreich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Das intraperitoneal geimpfte Tier ist nach 5 Tagen an Peritonitis zugrunde gegangen; das subkutan geimpfte wird nach 5 Wochen getötet; käsiger Abszess an der Impfstelle, sonst keine deutlichen Zeichen von Tuberkulose. Leider ist eine Prüfung des Eiters auf seine Infektiosität unterlassen worden, sodass das Ergebnis dieses Versuches als zweifelhaft angesehen werden muss.

b. Einwirkungsdauer 24 Stunden.

Versuch 1. 100 ccm Sputum, grobgeballt, eitrig, mit schleimiger Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen zahlreich.

Impfung an 2 Meerschweinchen. Tötung der Tiere nach 5 Wochen; vorgeschrittene Tuberkulose.

Versuch 2. 150 ccm Sputum, eitrig geballt, mit reichlicher schleimiger Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen zahlreich.

Impfung wie oben. Tötung der Tiere nach 6 Wochen; Tuberkulose.

c. Einwirkungsdauer 48 Stunden.

Sputum wie im Versuch b. 2.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Die nach 6 Wochen getöteten Tiere sind vollkommen gesund.

7. Kresolschwefelsäure 10 : 100.

a. Einwirkungsdauer 3 Stunden.

Versuch 1. 120 ccm Sputum, eitrig, geballt, mit reichlicher schleimiger Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen sehr zahlreich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Die nach 7 Wochen getöteten Tiere zeigen ziemlich vorgeschrittene Tuberkulose.

Versuch 2. 30 ccm Sputum, eitrig, gelatinös. Tuberkel-Bazillen zahlreich.

Impfung an 2 Meerschweinchen. Die nach 4 Wochen getöteten Tiere sind tuberkulös.

b. Einwirkungsdauer 5 Stunden.

150 ccm Sputum, geballt mit reichlicher, schleimiger Flüssigkeit.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subkutan). Beide Tiere gehen nach 3 Wochen an Tuberkulose ein.

c. Einwirkungsdauer 6 Stunden.

Versuch 1. 50 ccm Sputum, eitrig, zäh, am Glase haftend. Tuberkel-Bazillen zahlreich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der kranken Tiere nach 4 Wochen; Tuberkulose.

Versuch 2. Sputum dasselbe. Dieser Versuch wird mit einem anderen Präparat gemacht und erzielt dasselbe Resultat.

Versuch 3. Sputum wie bei a. 2.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der Tiere nach 6 Wochen, beide sind gesund.

Versuch 4. 30 ccm Sputum, zäh, eitrig. Tuberkel-Bazillen reichlich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der Tiere nach 5 Wochen; beide vollkommen gesund.

d. Einwirkungsdauer 12 Stunden.

120 ccm Sputum, eitrig, geballt, mit reichlicher schleimiger Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen reichlich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der Tiere nach 6 Wochen; beide tuberkulös.

e. Einwirkungsdauer 24 Stunden.

Dasselbe Sputum wie bei d.

Die subkutan geimpften Tiere blieben gesund.

Nachdem die Kresolschwefelsäurelösungen dem Sputum zugesetzt worden waren, begann sich allmählich um die zu einem Klumpen geballte Sputummasse eine farblose Schicht zu bilden, die Flüssigkeit blieb im übrigen klar. Im Innern dieses Klumpens waren meist noch unveränderte Sputumteile vorhanden, wenn dieselben zum Verimpfen entnommen wurden; in diesen Fällen war auch eine Abtötung der Tu-

berkel-Bazillen nicht eingetreten. Erst nachdem das Sputum vollkommen farblos und bröcklig geworden war, was bei der 5%igen Lösung erst nach 48 Stunden, bei der 10%igen Lösung in 2 Fällen schon nach 6 Stunden der Fall war, blieben auch die damit geimpften Meerschweinchen gesund, man konnte also schon nach dem Aussehen des zu verimpfenden Materials sagen, ob die Desinfektion eine vollständige war oder nicht. Auch hier zeigt sich wieder sehr deutlich, von wie grossem Einfluss die Beschaffenheit des Sputums ist, namentlich ob eine grössere Flüssigkeitsmenge demselben beigemengt ist. Die 10%ige Kresolschwefelsäure hatte in 2 Sputa, welche gar keine schleimige Flüssigkeits-Beimengung enthielten, die Tuberkel-Bazillen nach 6 Stunden vollkommen abgetötet, während sie bei einem anderen reichlich schleimige Flüssigkeit enthaltenden Sputum selbst nach 12 Stunden noch keine Abtötung erreicht hatte.

Es wurden in diesen Versuchen verschiedene Präparate verwandt, einmal eine im Gesundheits-Amte selbst hergestellte Kresolschwefelsäure, dann eine von Riedel in Berlin bezogene. Ein Unterschied in der Wirkung hat sich nicht ergeben.

Dagegen scheint aus den Versuchen mit Kresolseifenlösung und Kresolschwefelsäure eine bessere Wirkung der sauren Präparate gegenüber dem alkalischen hervorzugehen, indem die Kresolschwefelsäure zweimal schon nach 6 Stunden abgetötet hatte, was bei der Seifenlösung nicht der Fall war. Auf diesen Umstand komme ich weiter unten noch einmal zurück.

8. Liquor Natrii hypochlorosi (Eau de Labarraque).

a. Einwirkungsdauer $1\frac{1}{2}$ Stunden.

75 ccm locker geballtes, eitriges Sputum. Tuberkel-Bazillen reichlich, mit geringer Menge schleimiger Flüssigkeit.

Impfung an 4 Meerschweinchen (2 subk., 2 intrap.). Tötung der Tiere nach 5 Wochen; die subkutan geimpften sind vollkommen gesund; bei den intraperitoneal geimpften finden sich im Netz einige tuberkelartige Knötchen, welche im Ausstrich massenhaft Tuberkel-Bazillen enthielten. Bei Weiterimpfung dieser Knötchen auf Meerschweinchen bleiben letztere gesund.

b. Einwirkungsdauer 2 Stunden.

Versuch 1. 50 ccm Sputum, eitrig, zäh am Glase haftend. Tuberkel-Bazillen reichlich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Nach 3 Wochen geht das intraperitoneal geimpfte Tier an Tuberkulose ein; das subkutan geimpfte wird nach 4 Wochen krank getötet und ist ebenfalls tuberkulös.

Versuch 2. Dasselbe Sputum. Dasselbe Resultat.

c. Einwirkungsdauer 3 Stunden.

50 ccm Sputum, eitrig, geballt, mit ziemlich reichlicher schleimiger Flüssigkeitsmenge.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Das intraperitoneal geimpfte Tier geht nach 18 Tagen an Tuberkulose ein; das subkutan geimpfte wird nach 6 Wochen getötet, ist ebenfalls tuberkulös.

d. Einwirkungsdauer 6 Stunden.

Sputum wie im Versuch c.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Das intraperitoneal geimpfte Tier geht nach 6 Wochen an Tuberkulose ein, das subkutan geimpfte wird getötet, ist ebenfalls tuberkulös.

e. Einwirkungsdauer 24 Stunden.

20 ccm Sputum, eitrig, zäh am Glase haftend. Tuberkel-Bazillen sehr zahlreich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der Tiere nach 6 Wochen; beide sind gesund.

9. Liquor Kalii hypochlorosi (Eau de Javelle).

a. Einwirkungsdauer 3 Stunden.

50 ccm Sputum, eitrig, zäh am Glase haftend. Tuberkelbazillen reichlich

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der Tiere nach 6 Wochen; beide tuberkulös.

b. Einwirkungsdauer 6 Stunden.

Versuch 1. Sputum wie in Versuch a.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Beide Tiere sind nach 5 Wochen an einer interkurrenten Krankheit (Tetragenusinfektion) eingegangen; Tuberkulose liess sich nicht nachweisen.

Versuch 2. 50 ccm Sputum, eitrig, zäh am Glase haftend. Tuberkel-Bazillen reichlich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subkutan). Eines der Tiere geht nach 3 Tagen ein; das andere wird nach 5 Wochen getötet, ist gesund.

Auch in diesen Versuchen mussste ähnlich wie bei der Kresolseifenlösung meist von der gewöhnlichen Vorbereitungsweise des Sputums zur Impfung abgegangen werden, da diese beiden Mittel eine lösende Wirkung auf das Sputum ausübten, und zwar eine viel raschere, als sie die Kresolseifenlösungen hervorzubringen imstande waren.

Der erste mit Liquor Natrii hypochlorosi (Eau de Labarraque des Handels) gemachte Versuch zeigte das Sputum, allerdings unter öfterem Umrühren mit dem Glasstabe, schon nach 1 ½ Stunden vollkommen verflüssigt; die mit dem verflüssigten Sputum geimpften Meerschweinchen blieben gesund. Dieser vorzügliche Erfolg musste zu weiteren Versuchen auffordern; allein das Mittel versagte, wenn die mechanische Beihilfe in Wegfall kam, in den weiteren Versuchen bei 2 und 3stündiger Einwirkung. In einem Versuche bei 24stündiger Einwirkungszeit war Abtötung erreicht. Ganz ähnlich wie Natr. verhielt sich auch das Kal. hypochlorosum; beide Präparate waren aus der Fabrik von Riedel bezogen.

Sofort nach Zusatz dieser Desinfektionsflüssigkeiten zu dem Sputum begann sich letzteres aufzulösen, bis eine einzige homogene glasige, später dünnflüssige Masse entstanden war; letzterer Zustand war ohne mechanische Beihilfe manchmal erst nach längerer Zeit eingetreten.

Um im ersten Versuch aus dieser dünnflüssigen Masse das zu verimpfende Material zu gewinnen, musste diese Masse zentrifugiert werden. Der nach dem Zentrifugieren erhaltene weissliche, geringe Bodensatz bestand ausschliesslich aus Epithelien, weissen Blutkörperchen und Unmassen von Tuberkel-Bazillen.

Vielleicht liesse sich der letztere Befund klinisch verwerten zum Nachweis der Tuberkel-Bazillen in Sputis, welche nur in geringer Anzahl Bazillen enthalten und bei denen der Nachweis durch einfaches Ausstreichen des Sputums nicht gelingen will. Der Gang der Untersuchung würde sich in einfacher Weise so gestalten, dass ein Teil des zu untersuchenden Sputums in Zentrifugenröhren oder gewöhnlichen Reagenzröhrchen mit derselben oder überschüssigen Menge von Liquor Natrii bezw. Kalii hypochlorosi vermengt würde. Diese Mischung würde so lange stehen bleiben, bis eine vollkommen homogene und dünnflüssige Masse entstanden ist. Die Verflüssigung

der Mischung liesse sich durch öfteres Umrühren mit dem Glasstabe beschleunigen Nach vollständiger Verflüssigung würde man durch $^1/_4$stündiges Zentrifugieren einen geringen weisslichen Bodensatz erhalten, der auf Tuberkel-Bazillen untersucht würde.

Was die Wirkung des Kalium und Natrium hypochlorosum auf das Sputum hinsichtlich der desinfizierenden Kraft betrifft, so war sie bei beiden Mitteln ungefähr dieselbe. Nach 6stündiger Einwirkung war der Erfolg ein zweifelhafter. Es handelte sich auch hier wieder in den Fällen, wo eine Abtötung der Tuberkel-Bazillen nicht erzielt worden war, um reichlich schleimige Flüssigkeit enthaltende Sputa, wobei also der an und für sich schon geringe Chlorgehalt (etwa 5 Teile wirksames Chlor in 100 Teilen) dieser Lösungen ein zu geringer wurde, um zur Desinfektion noch ausreichend zu sein.

10. Sodalösung 5 : 100.

Einwirkungsdauer 24 Stunden.

Versuch 1. 60 ccm Sputum, eitrig, zäh. Tuberkel-Bazillen reichlich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der schwerkranken Tiere nach 3 Wochen; vorgeschrittene Tuberkulose.

Versuch 2. 100 ccm Sputum, geballt, mit ziemlich reichlicher, schleimiger Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen zahlreich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Das intraperitoneal geimpfte Tier ist nach 10 Tagen an interkurrenter Krankheit eingegangen; das subkutan geimpfte wird nach 8 Wochen getötet und zeigt vorgeschrittene Tuberkulose.

Diese beiden Versuche weisen darauf hin, dass die in den Desinfektionsmitteln enthaltenen Laugen lediglich zur Auflösung des Sputums dienen, für die Desinfektionsarbeit selbst dagegen garnicht oder nur in geringem Maasse in Betracht kommen können.

11. Sanogen 20 : 100.

Ein neues Desinfektionsmittel „Sanogen“, ein Produkt aus Chlorcalcium und -magnesium in Verbindung mit den wirksamen Bestandteilen verschiedener Teerarten, wurde ebenfalls in seiner Wirkung auf tuberkulöses Sputum geprüft. Eine 20%ige Lösung dieses Mittels erwies sich nach 6stündiger Einwirkung als unwirksam.

12. Essigsaure Tonerde, konzentriert (Liquor Alumin. acetici).

a. Einwirkungsdauer 6 Stunden.

120 ccm Sputum, eitrig, geballt, mit ziemlich reichlicher schleimiger Flüssigkeitsmenge. Tuberkel-Bazillen reichlich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Die nach 4 Wochen krank getöteten Tiere sind beide tuberkulös.

b. Einwirkungsdauer 24 Stunden.

Dasselbe Sputum.

Impfung an 2 Meerschweinchen. Eines der Tiere ist nach 4 Wochen an Tuberkulose eingegangen; das andere wird getötet; ist ebenfalls tuberkulös.

13. Essigsaure Tonerde, 50%

(Liquor Alumin. acetici, zur Hälfte mit Wasser verdünnt).

a. Einwirkungsdauer 6 Stunden.

Dasselbe Sputum wie in den beiden vorhergehenden Versuchen.

Impfung an 2 Meerschweinchen. Tötung der kranken Tiere nach 4 Wochen; beide sind tuberkulös.

b. Einwirkungsdauer 24 Stunden.

Versuch 1. Dasselbe Sputum.

Impfung an 2 Meerschweinchen. Tötung nach 4 Wochen; beide tuberkulös.

Versuch 2. 40 ccm Sputum, zäh, am Glase haftend. Tuberkel-Bazillen reichlich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung nach 4 Wochen; beide Tiere sind tuberkulös.

Das Sputum war durch die 50%ige sowohl, wie durch die konzentrierte essigsaure Tonerdelösung in seinem makroskopischen Aussehen selbst nach 24stündiger Einwirkung kaum verändert worden.

14. Roher Holzessig.

Zur Nachprüfung der Mitteilung von Goriansky, welcher mit rohem Holzessig in 2—6 Stunden sichere Abtötung der Tuberkel-Bazillen im Sputum erreicht haben will, wurden mit diesem Mittel eine Reihe von Versuchen angestellt und zwar mit 3 verschiedenen Proben, da die verschiedene Wirksamkeit des rohen Holzessigs je nach seiner Herkunft bekannt ist.

a. Einwirkungsdauer 3 Stunden. Probe 1.

Versuch 1. 20 ccm Sputum, zäh, gelatinös. Tuberkel-Bazillen reichlich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der Tiere nach 6 Wochen; beide gesund.

Versuch 2. 40 ccm Sputum, eitrig, geballt, mit geringer Menge schleimiger Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen zahlreich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der Tiere nach 6 Wochen; beide sind gesund.

Versuch 3. 100 ccm Sputum, eitrig, geballt, mit ziemlich reichlicher, schleimiger Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen zahlreich.

Impfung an 4 Meerschweinchen (2 subk., 2 intrap.). Tötung der schwerkranken Tiere nach 6 Wochen; sämtliche zeigen vorgeschrittene Tuberkulose.

Versuch 4. 75 ccm Sputum, zäh, eitrig, geballt. Tuberkel-Bazillen zahlreich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Das intraperitoneal geimpfte Tier geht nach 20 Tagen an Tuberkulose ein; das subkutan geimpfte wird getötet, zeigt ebenfalls vorgeschrittene Tuberkulose.

Probe 2.

Versuch 5. 100 ccm Sputum, eitrig, zäh am Glase haftend. Tuberkel-Bazillen reichlich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Die nach 4 Wochen getöteten kranken Tiere sind beide tuberkulös.

Versuch 6. 100 ccm Sputum, eitrig, geballt, mit geringer Menge schleimiger Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen reichlich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der kranken Tiere nach 6 Wochen; beide tuberkulös.

Probe 3.

Versuch 7. 150 ccm Sputum, eitrig, geballt, mit geringer Menge schleimiger Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen zahlreich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Das intraperitoneal geimpfte Tier ist nach 25 Tagen an Tuberkulose eingegangen; das subkutan geimpfte wird nach 4 Wochen getötet, ist ebenfalls tuberkulös.

Versuch 8. 50 ccm Sputum, eitrig, zäh am Glase haftend. Tuberkel-Bazillen reichlich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Die nach 20 Tagen getöteten schwerkranken Tiere sind beide tuberkulös.

Versuch 9. 200 ccm Sputum, eitrig, grob geballt, mit reichlicher, schleimiger Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen sehr zahlreich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der schwerkranken Tiere nach 3 Wochen; beide tuberkulös.

b. Einwirkungsdauer 6 Stunden. Probe 1.

Versuch 1. 100 ccm Sputum, eitrig, dickflüssig. Tuberkel-Bazillen im Ausstrichpräparat nicht nachzuweisen.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der Tiere nach 6 Wochen; beide sind gesund.

Versuch 2. 75 ccm Sputum, zäh geballt. Tuberkel-Bazillen reichlich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der Tiere nach 6 Wochen; beide sind gesund.

Versuch 3. 200 ccm Sputum, grobgeballt, mit reichlicher schleimiger Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen reichlich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der Tiere nach 6 Wochen; beide tuberkulös.

Probe 2.

Versuch 4. 200 ccm Sputum, geballt, mit ziemlich reichlicher Flüssigkeitsmenge. Tuberkel-Bazillen zahlreich. Wird umgerührt.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der Tiere nach 6 Wochen; beide gesund.

Versuch 5. 50 ccm Sputum, geballt, eitrig, mit geringer schleimiger Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen zahlreich.

Impfung an 2 Meerschweinchen. Tötung der Tiere nach 6 Wochen; beide gesund.

Versuch 6. 100 ccm Sputum, eitrig, zäh am Glase haftend. Tuberkel-Bazillen zahlreich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der kranken Tiere nach 4 Wochen; beide sind tuberkulös.

Probe 3.

Versuch 7. 60 ccm Sputum, eitrig, geballt, mit geringer schleimiger Flüssigkeitsmenge. Tuberkel-Bazillen reichlich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der Tiere nach 6 Wochen; beide tuberkulös.

Versuch 8. 150 ccm Sputum, schleimig eitrig, mit geringer schleimiger Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen zahlreich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Das intraperitoneal geimpfte Tier ist nach 4 Wochen an Tuberkulose eingegangen; das subkutan geimpfte wird getötet und erweist sich als tuberkulös.

Die bei diesen Holzessigversuchen erhaltenen Ergebnisse sind durchaus nicht so befriedigend, wie sie Goriansky angegeben hat; der Grund hierfür ist wohl in dem Umstand zu suchen, dass letzterer das Sputum durch Umrühren gründlich mit dem Holzessig durchmischte. Der Einfluss dieser Manipulation ist unverkennbar zu bemerken, wenn man die Versuche Probe 1, Versuch 3 und Probe 2, Versuch 4 bei 6stündiger Einwirkungszeit mit einander vergleicht. In dem ersten Falle war durch eine sonst besser wirkende Holzessigprobe eine Abtötung der Tuberkel-Bazillen in demselben Sputum nicht zustande gekommen, während im zweiten Falle nach mechanischer Mischung von Sputum und Desinfektionsflüssigkeit mit dem Glasstabe die Tuberkel-Bazillen abgetötet waren. Sodann zeigen die Versuche deutlich, wie verschieden die verschiedenen Holzessigproben wirksam sind; als die beste erwies sich die erste derselben, als die schlechteste die dritte, welch letztere in keinem Falle, weder nach 3, noch nach 6 Stunden die Tuberkel-Bazillen im Sputum

abzutöten imstande war. Die zweite Probe steht in der Mitte zwischen beiden; allein auch bei der ersten Probe ist die Wirkung nach 6 Stunden keine sichere. Auch hier handelt es sich wieder in dem einen Falle, wo die Desinfektion nicht vollständig war, um ein geballtes Sputum mit reichlicher, schleimiger Flüssigkeitsmenge. Immerhin erwies sich der rohe Holzessig noch als das beste der geprüften Mittel.

Goriansky glaubt, dass diese gute Wirkung vielleicht dem hohen Essigsäuregehalt des rohen Holzessigs zuzuschreiben sei oder dem Umstand, dass die Kresole sich in essigsaurer Lösung befinden. Um eventuell darüber näheren Aufschluss zu erhalten, wurden noch einige orientierende Versuche angestellt, welche unten kurz beschrieben werden sollen.

Was die Veränderung der physikalischen Beschaffenheit des Sputums durch den Holzessig betrifft, so begann derselbe meist schon nach wenigen Stunden in kleinere oder grössere gelblich braune Fetzen zu zerfallen, die sich allmählich am Boden des Gefässes ansammelten und in nichts mehr an Sputum erinnerten. Der vollständige Zerfall des Sputums war in einigen Fällen schon nach 3 Stunden, in anderen erst nach 6 Stunden erreicht und damit war auch die vollständige Desinfektion schon äusserlich angedeutet; denn in allen diesen Fällen blieben die geimpften Tiere gesund. In den Fällen dagegen, wo unter diesen bräunlichen Fetzen auch nur noch kleine unverändert aussehende Sputumpartikelchen zu sehen waren, war auch die Desinfektion keine vollständige. Dem Sputum war, was kein zu unterschätzendes Moment ist, sofort nach Zugiessen des Holzessigs — wie auch Goriansky bemerkt —, das ekelhafte Aussehen genommen.

15. Essigsäure 6%.

Einwirkungsdauer 24 Stunden.

200 ccm Sputum, eitrig, geballt, mit reichlicher schleimiger Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen zahlreich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der schwerkranken Tiere nach 3 Wochen; beide zeigen vorgeschrittene Tuberkulose.

Dieser Versuch wurde nur der Orientierung wegen angestellt, da die Pharmakopöe einen Mindestgehalt an Essigsäure im rohen Holzessig von 6% verlangt. Eine Abtötung der Tuberkel-Bazillen war nach den Ergebnissen der Versuche von Schill und Fischer, die mit 36,8% Essigsäure gearbeitet haben, kaum zu erwarten.

16. Kresolessigsäure 2% (6% Essigsäure, 2% Kresol, 100 Wasser).

a. Einwirkungsdauer 6 Stunden.

60 ccm Sputum, eitrig, zäh am Glase haftend. Tuberkel-Bazillen reichlich.

Impfung an 2 Meerschweinchen. Die nach 3 Wochen getöteten kranken Tiere zeigen beide ziemlich vorgeschrittene Tuberkulose.

b. Einwirkungsdauer 20 Stunden.

Versuch 1. Dasselbe Sputum.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der Tiere nach 6 Wochen; beide sind gesund.

Versuch 2. 200 ccm Sputum, geballt, mit ziemlich reichlicher Flüssigkeitsmenge. Tuberkel-Bazillen reichlich.

Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Die nach 6 Wochen getöteten Tiere sind gesund.

c. Einwirkungsdauer 24 Stunden.

Sputum wie in Versuch a.
Impfung an 2 Meerschweinchen. Tötung der Tiere nach 6 Wochen; beide sind gesund.

Es geht aus diesen Versuchen hervor, dass auch die Kresole in essigsaurer Lösung nicht allein die desinfizierende Wirkung des Holzessigs ausmachen können; allerdings konnten nur 2% Kresol hinzugesetzt werden, da eine grössere Menge in der 6%igen Essigsäure nicht in Lösung blieb.

Dass eine grössere Menge von Kresol in saurer Lösung ebenfalls nicht imstande ist, eine so verhältnismässig gute Wirkung hervorzubringen wie der rohe Holzessig selbst, zeigen die mit Kresolschwefelsäure gemachten Versuche; man muss also wohl annehmen, dass es die Gesamtheit der im Holzessig vorhandenen Produkte ist, welche diese Wirkung auf tuberkulöses Sputum hervorzubringen vermag.

Nachdem die drei verschiedenen Proben von rohem Holzessig so bedeutende Unterschiede in ihrer Wirkung gezeigt hatten, wurden noch einige weitere Versuche mit einer vierten Probe gemacht. Diese wurde direkt aus einer chemischen Fabrik bezogen (während die übrigen in verschiedenen Drogerien gekauft waren) und schien nach ihrem Aussehen die reinste von allen zu sein. Dementsprechend war auch ihre Wirkung auf das Sputum die schlechteste; denn sie war nicht imstande, selbst nach 12stündiger Einwirkungsdauer das Sputum zu desinfizieren. Daher scheint mir auch der rohe Holzessig wegen der Unbeständigkeit seiner Zusammensetzung bezw. Wirkung für die Anwendung zum Zwecke der Desinfektion tuberkulösen Auswurfes in der Praxis ungeeignet. Die schlechtere Wirkung des reinen Präparates geht auch ohne weiteres aus einem Vergleich der Versuche mit dem rohen und gereinigten Holzessig hervor.

Gleichzeitig mit diesen letzten Holzessigversuchen wurden der Vervollständigung halber noch einige Versuche mit Liquor Natrii hypochlorosi (Eau de Labarraque des Handels) gemacht bei 12stündiger Einwirkungszeit. Es zeigte sich hierbei, dass auch nach dieser Zeit keine sichere Desinfektion des Sputums zu erreichen ist.

Zum weiteren Vergleich wurde noch ein Versuch mit dem

17. Gereinigten Holzessig (Acidum pyrolignosum rectificatum)

gemacht.

a. Einwirkungsdauer 3 Stunden.

70 ccm Sputum, eitrig, zäh am Glase haftend. Tuberkel-Bazillen zahlreich.
Impfung an 2 Meerschweinchen. Tötung der kranken Tiere nach 6 Wochen; beide sind tuberkulös.

b. Einwirkungsdauer 6 Stunden.

150 ccm Sputum, geballt, mit wenig schleimiger Flüssigkeit. Tuberkel-Bazillen reichlich.
Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der kranken Tiere nach 6 Wochen; beide sind tuberkulös.

c. Einwirkungsdauer 24 Stunden.

Sputum wie in Versuch a.
Impfung an 2 Meerschweinchen (subk. und intrap.). Tötung der schwer kranken Tiere nach 3 Wochen; beide zeigen vorgeschrittene Tuberkulose.

Das Sputum war selbst nach 24stündiger Einwirkung des gereinigten Holzessigs in keiner Weise verändert worden; dementsprechend fehlte auch eine abtötende Wirkung auf die Tuberkel-Bazillen.

Die Gesamtergebnisse der Versuche sind in der nebenstehenden Tabelle noch einmal der Übersicht halber zusammengestellt.

Fasst man die in den oben beschriebenen Versuchen erhaltenen Ergebnisse kurz zusammen, so kann man sagen, dass unter all den bisher empfohlenen und überhaupt geprüften chemischen Desinfektionsmitteln keines ist, welches zu vollständig befriedigenden und für die Praxis brauchbaren Resultaten bei der Desinfektion tuberkulösen Sputums führt, selbst wenn man die Anforderungen an ein derartiges Mittel nicht so hoch stellt, wie dies Steinitz in seinen Versuchen getan hat. Als das beste von allen in unseren Versuchen geprüften Mitteln hat sich der rohe Holzessig erwiesen, der allein, wenigstens in einigen Fällen, wo es die physikalische Beschaffenheit der betreffenden Sputa zuliess und bei Verwendung der geeigneten Probe, schon nach 3 Stunden eine Abtötung der Tuberkel-Bazillen im Sputum bewirkt hatte; in anderen Fällen dagegen war seine Wirkung selbst nach 12 Stunden ohne mechanische Nachhilfe keine vollständige.

Worauf man die gute Wirkung einzelner Proben dieses Mittels zu beziehen hat, ist durch unsere Versuche nicht gelungen, nachzuweisen, dürfte sich aber vielleicht zu weiterer und genauerer Nachprüfung empfehlen.

Wenig befriedigende Ergebnisse lieferten im Gegensatz zu anderen Autoren die Versuche mit Kresolseifenlösungen, die selbst in 10%iger Lösung erst nach 24 Stunden sichere Abtötung der Tuberkel-Bazillen im Sputum zu erreichen imstande waren; auch das von Steinitz so warm empfohlene Sublimat liess in unseren Versuchen zu wünschen übrig. Besser wirkten die Kresolschwefelsäure in 10%iger Lösung und das 5%ige Formalin, welch letzteres nach 12 Stunden, erstere in einigen Fällen nach 6 Stunden das Sputum desinfiziert hatte. Brauchbarer als die 10%ige Kresolschwefelsäure erwiesen sich der Liquor Natrii hypochlorosi und der Liquor Kalii hypochlorosi, insofern, als sie das Sputum auflösten und dadurch die Reinigung der Gefässe erleichterten; andererseits wirkt aber der ziemlich starke Geruch nach Chlor unangenehm.

Wenn wir nun an der anfangs aufgestellten Forderung festhalten, dass ein für die Praxis verwertbares chemisches Mittel zur Desinfektion tuberkulösen Sputums letzteres mindestens in 6—8 Stunden sicher unschädlich gemacht haben soll, so können wir unter all den oben geprüften Mitteln keines zur Anwendung in der Praxis empfehlen. Vorausgesetzt ist hierbei natürlich, dass die Versuchsanordnung möglichst ungünstig nach Massgabe der in der Praxis bestehenden Verhältnisse getroffen wird.

Es sei an dieser Stelle noch bemerkt, dass die Form und Färbbarkeit der Tuberkel-Bazillen durch keines der angewandten Mittel, auch in den vollkommen desinfizierten Sputis, in keiner Weise verändert worden war.

Gleichzeitig mit der Prüfung dieser chemischen Desinfektionsmittel wurden auch eine Anzahl von Versuchen mit Wasserdampf gemacht.

Jedes + bezw. — Zeichen bedeutet einen Versuch.
+ = Abtötung der Tuberkel-Bazillen.

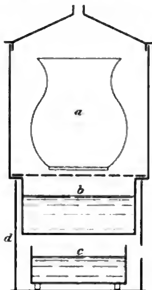
Nr.	Art und Konzentration des Desinfiziens	Einwirkungsdauer nach Stunden und Resultat der Impfung.				
		3	6	12	24	48
1.	Sublimat 1 : 1000			—	+	
2.	Karbolsäure 5 : 100				— +	+
3.	Formalinlösung 5 : 100	—	—	+		
4.	Kresolseifenlösung 5 : 100				— — —	+
5.	Kresolseifenlösung 10 : 100	—	— —	—	+ +	
6.	Kresolschwefelsäure 5 : 100		— ? —		— —	+
7.	Kresolschwefelsäure 10 : 100	— —	— — + +	—	+	
8.	Natr. hypochlorosum	—	— +			
9.	Kalium hypochlorosum	—	— + +			
10.	Sodalösung 5 : 100				— —	
11.	Sanogen 20 : 100		—			
12.	Essigsaure Tonerde (konzentriert)		—		—	
13.	Essigsaure Tonerde 50 : 100		—		— —	
14.	Roher Holzessig	— — — — — — + +	— — — — + + + + +			
15.	Essigsäure 6 : 100				—	
16.	Kresolessigsäure 2 : 100		—		+ + +	
17.	Gereinigter Holzessig	—	—		—	
18.	Dampf 30′	Sämtliche 5 Sputa waren desinfiziert.				
19.	Dampf 10′	Sämtliche 4 Sputa waren desinfiziert.				

Es wurden 5 verschiedene Sputa, welche auch in den obigen Versuchen Anwendung gefunden hatten, 1/2 Stunde (von der Entwicklung des Dampfes ab gerechnet) der Einwirkung strömenden Wasserdampfes ausgesetzt. In allen Fällen hatte sich das Sputum zu einem weissen, mehr oder weniger feinen flockigen Niederschlag am Boden des Gefässes abgesetzt Dieser Niederschlag passierte ohne Mühe die Nadel einer Pravazschen Spritze und wurde zu je 1 ccm auf Meerschweinchen verimpft. Sämtliche Tiere blieben gesund.

In einer zweiten Reihe von Versuchen wurde die Einwirkung des Wasserdampfes auf das mit der Hälfte Wasser vermischte Sputum (4 verschiedene Sputa) auf 10 Minuten herabgesetzt und auch in diesen Versuchen war in allen Sputa wie schon von Schill und Fischer angegeben worden ist, vollständige Desinfektion erreicht worden.

Sieht man so die überlegene Wirkung des strömenden Wasserdampfes gegenüber sämtlichen chemischen Desinfektionsmitteln, so kann nur von neuem dringend dessen Anwendung zur Unschädlichmachung des Auswurfs von Phthisikern namentlich in Krankenhäusern und Lungenheilstätten empfohlen werden, zumal da diese Art der Desinfektion absolut sicher, billig (bei Verwendung des Kirchnerschen, von Heim und A. Weber empfohlenen Apparates) und, was die Reinigung der Gefässe betrifft, eine verhältnismässig mühelose ist. Neuerdings ist von de la Camp wieder auf die Vorzüge der Desinfektion des Sputums durch strömenden Wasserdampf hingewiesen worden.

Aber auch der Verwendung des Dampfes zum Zwecke der Sputumdesinfektion in der Privatpraxis stehen keine Hindernisse im Wege, wenn erst die Überzeugung von der Notwendigkeit einer solchen Massnahme in Laienkreisen mehr durchgedrungen sein wird. Dieses Ziel dürfte allerdings noch in weiter Ferne stehen, wenn selbst in Krankenhäusern und unter den Ärzten über die Notwendigkeit der Sputumdesinfektion noch Meinungsverschiedenheiten bestehen und meist gar keine oder nur ganz unzureichende Massnahmen zur Unschädlichmachung des tuberkulösen Sputums getroffen werden.



Um der Lösung der Frage nach der Desinfektion des Sputums in der Privatpraxis etwas näher zu kommen, wurde ein kleiner handlicher Apparat nach Art des Kirchner'schen hergestellt, der zur Aufnahme für ein Spuckglas bestimmt ist. Er ist im Prinzip nichts anderes als ein kleiner Kochscher Dampftopf und besteht aus einem blechernen Topf, der durch einen nach innen vorspringenden Rand in zwei Räume geteilt ist. Der obere grössere Raum a ist zur Aufnahme des Spuckgefässes bestimmt und ist von dem unteren kleineren Raum b durch eine durchlöcherte Platte getrennt. Dieser untere Teil des Topfes wird mit Wasser gefüllt, welches zur Entwicklung des für die Desinfektion notwendigen Dampfes dienen soll. Der Topf wird oben durch einen mit einem Tubus versehenen, gut passenden Deckel e

verschlossen und kann entweder auf ein Herdloch oder einen zu diesem Zweck hergestellten eisernen, allseitig geschlossenen, mit Luftlöchern versehenen Mantel d aufgesetzt werden. Zur Heizung dient der Spiritusbehälter c. Es könnte aber auch ein praktischer Spiritusbrenner oder eine Gasflamme zur Heizung benutzt werden, wodurch sich die Kosten der Desinfektion noch verringern würden. Der Mantel müsste nur in diesem Falle mit einer entsprechenden Öffnung versehen werden.

Die Kosten einer einmaligen Desinfektion mit diesem Apparate belaufen sich bei Verwendung von Spiritus auf 4—5 Pfg. Die Desinfektion ist eine absolut sichere und der Apparat, welcher von jedem Klempner für einige Mark herzustellen ist, bequem zu handhaben.

Bei meinen damit angestellten Versuchen wurde der untere Teil des Topfes mit 250 ccm Wasser (im ganzen fasst er 300 ccm) gefüllt; in den Spiritusbehälter kamen etwa 120 ccm Spiritus (im ganzen fasst dieser 150 ccm). Hierauf wurde der Spiritus entzündet und der das Spuckglas enthaltende Topf aufgesetzt. In den Tubus wurde ein Thermometer eingebracht, welches nach Ablauf von 10 Minuten 100° C. zeigte. Von diesem Zeitpunkt ab brannte der Spiritus noch 15 Minuten lang, ohne dass irgend welche Beaufsichtigung notwendig gewesen wäre. Die ganze Desinfektionsarbeit war also in 25 Minuten vollkommen beendet. Zu den Versuchen wurden die im Moabiter Krankenhaus üblichen Spuckgläser benutzt. Es sprang trotz vielfacher Anwendung kein einziges Glas.

Das Sputum war nach der Herausnahme vollkommen in weisse Krümeln zerfallen, die am Boden des Glases lagen und die Kanüle einer Pravazschen Spritze ohne Mühe passierten. Der Geruch des desinfizierten Sputums war kein unangenehmer, das Aussehen der weisslichen Krümchen durchaus nicht ekelhaft, wie der Anblick des nicht desinfizirten Sputums. Je eine Spritze davon wurde an Meerschweinchen intraperitoneal und subkutan geimpft; kein Tier erkrankte an Tuberkulose. Die Reinigung der Gefässe ist auf leichte Weise zu bewerkstelligen.

Die Desinfektion mittelst dieses Apparates ist also eine absolut sichere und dürfte sich deshalb eine Anwendung in der Privatpraxis empfehlen, zumal da die Bedienung des Apparates gar keine Mühe erfordert und seine Anwendung absolut ungefährlich ist Die ganze Desinfektion könnte, wenn nötig, im Krankenzimmer selbst vorgenommen werden. Erwähnt mag noch werden, dass der Topf nebenbei auch zum Auskochen der von dem Kranken benutzten Taschentücher dienen könnte, da er sich ohne weiteres auf dem Herde aufstellen lässt.

Die Desinfektion des Auswurfs der Phthisiker durch strömenden Dampf hat auch in der Privatpraxis gegenüber der so oft und von so vielen Seiten empfohlenen Verbrennungsmethode unzweifelhafte Vorteile. Einmal kann die Desinfektion in einem besonderen Apparate mittels strömenden Dampfes unabhängig von Tages- und Jahreszeit jederzeit vorgenommen werden, während eine Verbrennung des Sputums im Ofen zur Sommerszeit kaum stattfinden könnte und der Verbrennung desselben im Herde meist ästhetische Bedenken im Wege stehen dürften. Ganz abgesehen davon ist aber das Auffangen des Sputums in verbrennbaren Spuckschalen-, Spucknäpfen usw. weit ekelhafter und unpraktischer als das Auffangen in Gläsern.

Literatur.

1. Schill und Fischer. Über die Desinfektion des Auswurfs von Phthisikern. Mitteilungen aus dem Kaiserl. Ges.-Amte, Bd. II, 1884.

2. Laplace. Saure Sublimatlösung als desinfizierendes Mittel und ihre Verwendung in Verbandstoffen. Deutsch. Mediz. Wochenschr. 1887, Nr. 40.

3. Grancher et de Gennes. Sur la désinfection de crachoirs des tuberculeux. Revue d'hygiène et de police sanitaire, 1888, S. 193.

4. Jaeger. Untersuchungen über die Wirksamkeit verschiedener chemischer Desinfektionsmittel bei kurzdauernder Einwirkung auf Infektionsstoffe. Arbeiten aus dem Kaiserlich. Ges.-Amte, Bd. V, 1889.

5. Meissen. Deutsche Medizinalzeitung, 1890.

6. Gerlach. Über Lysol. Zeitschr. f. Hygiene, Bd. X, 1891, S. 167.

7. Spengler, A. Untersuchungen über Desinfektion tuberkulösen Sputums. Münch. Med. Wochenschr. 1891, Nr. 45.

8. Buttersack. Beiträge zur Desinfektionslehre und zur Kenntnis der Kresole. Arbeiten aus dem Kaiserlich. Ges.-Amte 1892, Bd. 8, Heft 2, S. 357.

9. Kirchner. Über die Notwendigkeit und die beste Art der Sputumdesinfektion bei Lungentuberkulose. Zeitschr. f. Hyg., Bd. XII, S. 247, 1892.

10. Traugott. Einige Ergänzungen zur Praxis der Desinfektion. Zeitschr. f. Hyg., Bd. XIV, 1893.

11. Heim. Der Kirchnersche Sputumdesinfektor und die unter Verwendung neuer hitzebeständiger Spuckschalen mit ihm gewonnenen Erfahrungen. Deutsche militärärztl. Zeitschr., Heft 2, 1893.

12. Goriansky. Désinfection des crachats de tuberculeux et des cultures par les solutions alcalines de goudron et de vinaigre de bois. Thèse de St. Pétersbourg 1894. Ref. Revue d'hygiène et de police sanit., 1895, S. 256.

13. Goriansky. De la désinfection des crachats tuberculeux au moyen du vinaigre de bois. Semaine méd., 1895, S. 36.

14. Musehold. Über die Widerstandsfähigkeit der mit dem Lungenauswurf herausbeförderten Tuberkelbazillen in Abwässern, im Flusswasser und im kultivierten Boden. Arbeiten aus dem Kaiserl. Ges.-Amte, Bd. XVII, 1900, S. 56.

15. Steinitz. Die Beseitigung und Desinfektion phthisischen Sputums. Zeitschr. f. Hyg., Bd. XXXVIII, 1901.

16. Weber, A. Zur Sputumdesinfektion. Zeitschr. f. Tuberkulose u Heilstättenwesen, Bd. II, Heft 5, 1901.

17. Cramer. Bazillol und Lysoform, zwei neuere Desinfektionsmittel. Münch. Mediz. Wochenschr. 1901, Nr. 41.

18. Griffon. Stérilisation des crechats tuberculeux par l'aniodol. Société de Biologie, 1901.

19. Raybaud. Sur la stérilisation des crachats tuberculeux. Société de Biologie 1902.

20. De la Camp. Desinfektion tuberkulösen Sputums in Anstalten. Charité-Annalen 1902, Jahrg. 26, S. 58.

21. Thom. Neue Beiträge zur Frage der Sputumbeseitigung und chemisch-physikalischen Sputumdesinfektion. Zeitschr. f. Tuberkulose- und Heilstättenwesen, Bd. IV, Heft II, S. 143, 1903.

22. Sobotta. Über Sputumverbrennung. Tuberkulosis. Bd. I, Nr. 7. 1903.

23. Roepke. Zur Beseitigung und Desinfektion des Sputums. Zeitschr. für Medizinalbeamte 1903, Nr. 5.

Zur Übertragung der Tuberkelbazillen durch den väterlichen Samen auf die Frucht.

Von

Stabsarzt Dr. Seige,

früher kommandiert zum Kaiserlichen Gesundheits-Amte.

In der Literatur findet sich eine beschränkte Anzahl von Fällen tuberkulöser Erkrankung von Föten und Kindern in den ersten Lebensmonaten angeführt, die als sicherer Beweis für eine hereditäre Übertragung des Tuberkelbazillus dienen sollen. Bei ihrer Durchsicht fällt sofort in die Augen, dass diejenigen von ihnen, bei denen die Infektion durch die Mutter erfolgt ist, die vom Vater aus infizierten an Zahl beträchtlich überwiegen. So führt Hildebrand in seiner ausführlichen Zusammenstellung von mehr als 50 Fällen nur 2 Fälle konzeptioneller Übertragung an. Dies Zahlenverhältnis, das sich ebenso in den Veröffentlichungen über hereditäre Tuberkulose beim Rinde findet, erscheint auch natürlich. Denn die Zeit, in welcher die Mutter die Frucht infizieren kann, die ganze Schwangerschaftsperiode erstreckt sich über Monate, und das Objekt, in dem die Bazillen haften können, nimmt währenddem dauernd an Grösse zu. Für die germinative Infektion durch das Sperma steht dagegen nur eine sehr kurze Spanne Zeit und ein sehr kleines Objekt zur Verfügung.

Aber auch die Beweiskraft der wenigen Fälle, in denen eine konzeptionelle Übertragung angenommen wird, wird bestritten.

So handelt es sich in dem einen von Hildebrand angeführten Falle um eine Beobachtung Sarweys. Eine spätgeborene Missgeburt zeigte einen käsigen Abszess im obersten Halswirbel, der nach dem Ausfall der histologischen Untersuchung für tuberkulös erklärt wurde. Die Mutter des Kindes war gesund, dessen Vater litt jedoch an Husten mit zähem Auswurf. Cornet wendet gegen die Deutung Sarweys ein, dass das Resultat der angestellten Impfversuche zweifelhaft, der histologische Befund nicht eindeutig, und die Krankheitsdiagnose beim Vater nicht sicher sei.

Den anderen Fall, von Haushalter veröffentlicht, zählt Hildebrand nicht in den Tabellen der „sicheren" Übertragung, wie den obigen, auf, sondern unter den „wahrscheinlichen" Übertragungen. Ein zwei Monate altes vorzeitig geborenes Kind, dessen Vater an ausgedehnter Lungentuberkulose leidet, stirbt an Miliartuberkulose und zeigt Affektion der peritrachealen Lymphdrüsen und abnorme Kleinheit der Leber und der Milz.

Es ist klar, dass in diesem Falle die Infektion garnicht intrauterin erfolgt zu sein braucht; viel mehr Wahrscheinlichkeit hat es für sich, dass sie während des zweimonatlichen Lebens in der Umgebung des kranken Vaters stattgefunden hat. Derselbe Einwand lässt sich gegen die Fälle erheben, die Friedmann zitiert; bei all den Kindern, die in der Mehrzahl drei und mehr Monate alt geworden sind, liegt die Möglichkeit einer nach der Geburt erfolgten Infektion vor. Ähnlich verhält es sich bei den aus der Tiermedizin angeführten Beispielen, in denen die tuberkulösen Kälber kongenital durch das väterliche Sperma infiziert sein sollen. Überhaupt beweist für die Praxis in der Tiermedizin der Erfolg des Bangschen Verfahrens zur Bekämpfung der Tuberkulose in den Rindviehbeständen, dass man der Heredität keinen Wert beizumessen braucht. Dies Verfahren besteht darin, dass die Kälber, die von Tuberkulose-kranken oder -verdächtigen Tieren stammen, sofort nach der Geburt isoliert und mit abgekochter Milch aufgezogen werden. Es hat sich ergeben, dass sich auf diesem Wege die Tuberkulose ausrotten lässt, und dies wäre natürlich nicht möglich, wenn die Krankheit kongenital erworben würde.

Indes scheint doch, rein mechanisch betrachtet, das Eindringen von Tuberkelbazillen in das Ei nicht ausser dem Bereich des Möglichen zu liegen. Denn da das Vorkommen von Tuberkelbazillen im Sperma sowohl bei Hoden-, wie bei Lungentuberkulose klinisch und experimentell erwiesen ist, ebenso, dass derartige Kranke noch kohabitationsfähig sind, so ist die Übertragung der Keime durch den Samen auf das Ei nicht undenkbar.

Dass sie aber überhaupt nur unter besonders günstigen Umständen erfolgen kann, erläutert eine Betrachtung Gärtners über den Mechanismus, der dabei statthaben muss. Stellt man sich nämlich den Infektionsvorgang so vor, dass der Bazillus sich auf ein Spermatozoon auflagert, so muss er schon sehr fest haften, um nicht abgestreift zu werden, wenn dieses sich durch den engen Eileiter mit dem zum Uterus hin schlagenden Flimmerepithel oder nachher durch das Follikelepithel und die Zona pellucida des Eies hindurch windet. Ein anderer möglicher, vom Zufall abhängiger Infektionsmodus wäre der, dass das Ei auf dem Wege durch den Eileiter bis zur Umschliessung durch die Decidua sich einen Bazillus „aufliest". Auch dieser müsste von den Samenfäden erst dahin verschleppt werden.

Gärtner berechnet dann weiter, dass auf Millionen bei einer Ejakulation entleerte Samenfäden nur spärliche Tuberkelbazillen entfallen. Bedenkt man nun, dass selbst bei Hodentuberkulose, wie nachgewiesen ist, nicht jede Ejakulation Tuberkelbazillen enthält, und dass nur ein Samenfaden die Befruchtung des Eies bewerkstelligt, so muss schon ein ganz eigenartiger Zufall walten, wenn gerade dieser Samenfaden sich mit einem Tuberkelbazillus beladet und ihn trotz aller Schwierigkeiten zum Ziel bringt. Als Ausnahme muss ebenso ein sonstiges zufälliges direktes Zusammentreffen von Ei und Tuberkelbazillus erscheinen.

Offenbar muss also die hereditäre Infektion der Frucht durch den Vater etwas enorm Seltenes sein.

Angesichts dieser Sachlage hat man nun versucht, auf dem Wege des Experiments Aufklärung zu schaffen.

Hier ist in erster Linie Gärtner zu nennen. Derselbe injizierte 22 Kaninchen- und 21 Meerschweinchen-Böcken Tuberkelbazillen in beide Hoden und setzte sie zu 59 Kaninchen- bezw. 65 Meerschweinchen-Weibchen. Es wurden im ganzen von 6 Kaninchen 29, und von 19 Meerschweinchen 45 Junge geworfen. Dieselben wurden, soweit sie nicht spontan starben, zum Teil bis über ein Jahr beobachtet. Die Organe der getöteten Tiere wurden an Meerschweinchen verimpft. Nur in einem Falle zeigte sich Tuberkulose, und diese war auf eine anderweitige, zufällige Infektion zurückzuführen. Dagegen zeigte sich, dass von den 59 Kaninchenweibchen 9, von den 65 Meerschweinchenweibchen 5 an Tuberkulose der Genitalien erkrankten, deren Entstehung allein auf die Kohabitation mit den kranken Böcken zurückgeführt werden kann.

Demgemäss kommt G. zu dem Schluss, dass diese Versuche nichts ergeben, was für eine Übertragung der Tuberkel-Bazillen von seiten des Vaters auf die Frucht spricht. Da die Versuche zeigen, dass durch bazillenhaltiges Sperma häufig Genitaltuberkulose hervorgerufen wird, diese aber beim Menschen sehr selten ist, so folgert er weiter, dass beim Manne gewöhnlich der Tuberkel-Bazillus im Samen fehlt. Das wäre ein Grund mehr, das Vorkommen der konzeptionellen Infektion zu bezweifeln.

In ähnlicher Weise liess Maffucci Kaninchen von Böcken mit tuberkelbazillenhaltigem Sperma belegen. Von den so erzielten Föten verimpfte er Organteile an Meerschweinchen und stellte fest, dass „kaum eines" dieser tuberkulös wurde. Andere Junge liess er sich entwickeln, und diese hatten, soweit sie über zwei Monate alt wurden, „Tuberkel" in der Leber. Letztere riefen jedoch bei der Verimpfung an Meerschweinchen keine Infektion hervor, ebensowenig zeigten sie in gefärbten Schnitten Tuberkel-Bazillen; das Ergebnis erscheint somit zweifelhaft. Aber auch etwaige positive Erfolge wären insofern nicht einwandsfrei, als die Muttertiere der Früchte selbst meist an Tuberkulose erkrankt waren, und die Jungen erst im Alter von einem Monat, als sie selbständig frassen, von der Mutter getrennt wurden. Die Infektion könnte deshalb gerade so gut durch die Mutter erfolgt sein. Auch Maffucci beobachtete, dass ein Teil der Weibchen an Genitaltuberkulose erkrankte.

Hauser experimentierte mit Kaninchen- und Meerschweinchenböcken, die er durch Infektion von Tuberkelbazillen-Kulturen in die Lungenspitzen oder durch Einbringung von frischen Tuberkeln in den Thorax infiziert hatte. Mit den infizierten Meerschweinchenböcken erzielte er 14 Junge, und von diesen erwies sich eins als tuberkulös, dessen Mutter gesund geblieben war. Die Erkrankung desselben bestand in Miliartuberkulose der Leber und Tuberkulose der Mesenterial- und retroperitonealen Lymphdrüsen. Hauser selbst hält es nicht für ausgeschlossen, dass in diesem Falle eine Fütterungstuberkulose vorliegt.

Auch Cornet hat derartige Versuche mit 20 an den Hoden infizierten Meerschweinchen angestellt, ohne dass die Krankheit vom Vater auf eines der 32 Föten oder Jungen übertragen wurde. Wohl aber erwarb durch die Kohabitation eins der 28 Meerschweinchenweibchen Genitaltuberkulose.

Baumgarten erzielte von einem tuberkulös gemachten Kaninchenbock 2 Junge, deren eines im Alter von $^3/_4$ Jahren einen käsigen Knoten in der Leber zeigte. Da das Muttertier ebenfalls tuberkulös wurde, so ist der Fall nicht beweisend für die Übertragung allein durch den Bock.

Eine ganz neue Versuchsanordnung wählte Friedmann, indem er folgendermassen verfuhr: Kaninchenweibchen, die frisch geworfen hatten, wurden von gesunden Böcken belegt und erhielten gleich hinterher einige Tropfen einer dünnen Aufschwemmung von Tuberkelbazillen in Kochsalzlösung in die Scheide gespritzt. Nach 6, spätestens nach 8 Tagen wurden sie getötet und die in der sie umgebenden Uteruswand herausgenommenen Embryonen zu Schnitten verarbeitet. Durch Färbung derselben wurde nachgewiesen, dass in sämtlichen untersuchten Embryonen Tuberkelbazillen vorhanden waren. Die Organe der Muttertiere zeigten, wie bei der Kürze der Infektion nicht anders zu erwarten war, keinerlei pathologische Veränderungen. Es fand sich aber auch in mikroskopischen Präparaten der Schleimhaut der Uterus und der Vagina nie mehr ein Tuberkelbazillus, im freien Uteruslumen nur zweimal je einer, sodass Verfasser den Eindruck bekam, dass die Tuberkelbazillen, soweit sie nicht in die Eier eingedrungen waren, aus dem Genitalkanal völlig wieder eliminiert waren. Wieviel Muttertiere belegt wurden, gibt Friedmann nicht an; ebensowenig äussert er sich darüber, ob er Kulturen von Menschen- oder Rindertuberkulose benutzt hat.

Aus dem Ergebnis seiner Versuche folgert Verfasser: „dass Tuberkelbazillen, die mit dem Sperma in die Vagina gelangen, ohne jede Vermittelung der Mutter in die Embryonen übergehen".

Vergleicht man die Versuchsanordnung Friedmanns mit derjenigen der erstgenannten Autoren, so muss man zugeben, dass letztere das voraus hat, dass sie völlig natürliche Verhältnisse schafft: die Tuberkelbazillen werden im Samen und gleichzeitig mit ihm entleert, und zwar in einer Anzahl, wie sie dem Krankheitszustande des Bockes entspricht. Allein sie gibt hier wiederum durch das ständige Zusammensein der infizierten Böcke mit dem gesunden Weibchen Gelegenheit, dass letztere sich auf nicht gewünschtem Wege infizieren; Gärtner hat dies nur sehr selten beobachtet, dagegen verzeichnet Maffucci eine Anzahl Lungen- und Leber-Tuberkulosen ohne Affektion der Scheide. Ausserdem würde die Gärtnersche Methode, weil der Begattungsakt nicht beobachtet wird, keine exakte Bestimmung des Alters des Embryos erlauben, zumal da man nicht einmal weiss, ob in einer bestimmten Ejakulation Tuberkelbazillen vorhanden sind. Dass Friedmann Tuberkelbazillen weit in Überzahl einspritzt, gibt er selbst zu; aber dieser Umstand lässt sich kaum als Grund gegen das Beweisende des Experiments anführen.

Es wäre jedoch verfehlt, wollte man diese Versuche ohne weiteres als experimentellen Beweis für die Übertragbarkeit der Tuberkelbazillen durch das väterliche Sperma ansehen.

Dazu bedürfte es der Lösung der Frage, ob nicht die Eizelle und der eingedrungene Tuberkelbazillus sich beeinträchtigen in der Weise, dass die Weiterentwicklung des einen Faktors eine Entwicklungsstörung des andern verursacht. Nimmt man an, dass die Eizelle eine besondere Widerstandsfähigkeit besitzt, so würde eine Infektion überhaupt nicht erfolgen, oder die Krankheitserscheinungen sich nur äusserst langsam entwickeln. Es ist aber nichts bekannt, was zur Begründung dieser Ansicht angeführt werden könnte. Ausserdem geht offenbar auch aus dem einen Schnitte Friedmanns mit zahlreichen Tuberkelbazillen hervor, dass eine Vermehrung derselben stattgefunden

hat. Es bliebe also nur noch die andere Möglichkeit, dass die Eizelle durch den Tuberkelbazillus im Wachstum gehemmt wurde. Für das Hühnerei hat Maffucci nun allerdings bewiesen, dass der Embryo sich trotz Infektion mit Tuberkelbazillen weiter entwickelt. Aber dort liegen die Verhältnisse ganz anders wie beim Säugetier-Ei. Man müsste also zur Lösung dieser Frage die nach der Friedmannschen Methode behandelten Muttertiere länger am Leben lassen und verfolgen, was mit dem Embryo wird. Die Fortsetzung der Versuche würde dann auch aufklären, wie sich das Muttertier weiter verhält: ob es tatsächlich unversehrt bleibt oder schliesslich doch noch infiziert wird.

Friedmann stellt eine derartige Erweiterung seiner Versuche in Aussicht, hat aber bisher nicht darüber berichtet.

Bei alledem muss man aber immer auch in Betracht ziehen, dass allein die Virulenz und die Zahl der eingedrungenen Keime den entscheidenden Einfluss ausüben können.

Ein Punkt ist in den Friedmannschen Ausführungen noch beachtenswert: das Verhalten der eingespritzten Tuberkelbazillen gegenüber dem Muttertier. Schon innerhalb 8 Tagen sind sie aus dem Genitalkanal verschwunden und auch in der Schleimhaut nicht nachweisbar. Dabei handelt es sich um frisch entbundene Genitalien, in denen mannigfache Gelegenheit zur Ansiedelung geboten war. Diese auffallende Beobachtung, die in schroffem Gegensatze zu den Erfahrungen Gärtners, Maffuccis und Cornets steht, sucht Friedmann durch Beispiele aus der Literatur zu stützen, in denen Frauen trotz geschlechtlichen Verkehrs mit an Genitaltuberkulose leidenden Männern gesund blieben. Ferner führt er als Analogon die Syphilis an, welche durch die Zeugung vom Vater auf das Kind übertragen werden kann, ohne dass die Mutter in Mitleidenschaft gezogen zu werden braucht. Nun lassen sich den klinischen Fällen andere gegenüberstellen, bei denen eine Infektion durch den Koitus stattgefunden hat. So zählt Hildebrand eine Reihe von Beobachtungen auf, in denen die Tuberkulose der Vulva und Vagina durch Infektion mit tuberkulösem Sperma entstanden ist. Der Vergleich mit den Verhältnissen bei der Syphilis ist wohl kaum als sehr stichhaltig anzusehen, da uns ihr Erreger und die Biologie desselben völlig unbekannt sind. Man wird sich also hüten müssen, die Unversehrtheit der mütterlichen Genitalien wie sie bei Friedmann in allen Fällen hervorgetreten ist, als allgemeine Regel anzusehen.

Für die eigenen Versuche wurde ganz die Versuchsanordnung Friedmanns befolgt: sofort nach dem Begattungsakt wurde durch Entnahme eines Tropfens Schleim aus der Scheide festgestellt, ob ein Erguss von Samen stattgehabt hatte, und bei positivem Befund ein Bruchteil einer Öse Reinkultur, verrieben in Kochsalzlösung, mit einer Pravaz'schen Spritze, welche einen 4 cm langen elastischen Ansatz hatte, tropfenweise eingespritzt. Indes sollten die infizierten Muttertiere austragen. Dabei war der Gedanke massgebend, dass sich an der fertigen Frucht am leichtesten eine Entwicklungsstörung oder vielleicht schon eine pathologische Bildung feststellen lässt. Das Muttertier konnte nach dem Wurf noch am Leben bleiben und dann eine etwaige Infektion zur Entwicklung gelangen. Auch die Jungen sollten zum Teil am Leben erhalten und eventuell mit Ammen gross gezogen werden. Es schien ferner von

grosser Bedeutung, Tuberkelbazillen von verschieden grosser Virulenz für das Kaninchen und zwar sowohl Menschen- wie Rindertuberkulose zu verwenden, um festzustellen, ob sich so von einander abweichende Ergebnisse erzielen lassen. Im übrigen wurde die Zahl der Versuche dadurch erheblich vermindert, dass Kaninchenweibchen, trotzdem sie frisch geworfen hatten, sich nicht belegen liessen, obwohl sie mehrmals längere Zeit zum Bocke gesetzt wurden.

Die Ergebnisse der Versuche veranschaulicht die folgende Tabelle. Es sei zu derselben noch folgendes bemerkt: No. I—XI haben Rindertuberkulose erhalten, No. XII und XIII Menschentuberkulose und zwar das erstere einen für Kaninchen wenig virulenten, das letztere einen sehr virulenten Stamm. Mit Ausnahme von No. VIII haben alle Tiere kurz vor der Begattung geworfen. Von demselben Bock belegt sind No. I, II, III;
No. IV, VI, VIII, X;
No. V, VII, IX, XI.

Die Jungen wurden in der Weise verarbeitet, dass sie möglichst in verschiedenen Altersstufen getötet wurden, und dass dann Organteile teils an Meerschweinchen subkutan verimpft, teils geschnitten und gefärbt wurden.

No.	Tag der Begattung und der Infektion	Wirft	Ausgang	Sektionsbefund	Verhalten der Jungen
I	31. 7. 01.	nicht.	getötet 28. 10. 01.	Mittleres Drittel der Scheide durch zahlreiche in einander übergehende Tuberkel zu einem starren Rohre verwandelt, Schleimhaut dort geschwürig zerfallen. Zahlreiche Tuberkel, die meist die Wanddicke durchsetzen, im obersten und untersten Teil der Scheide, sowie in den medialen Teilen der Uteri, ferner in geringerer Anzahl in der Milz, den Nieren, den Lungen und auf der Pleura. Verkäste retroperitoneale Lymphdrüsen.	—
II	14. 10. 01.	15. 11. 01 7 Junge.	getötet 12. 2. 01.	Gesunde Organe, im besonderen keine Tuberkulose.	Gut entwickelt, ohne Krankheitserscheinungen. Sterben spontan in den ersten Tagen. Tuberkulose weder durch Schnitte noch durch Verimpfung nachweisbar.
III	1. 11. 01.	30. 11. 01 6 Junge.	getötet 12. 2. 02.	Gesunde Organe, im besonderen keine Tuberkulose.	wie bei No. II.
IV	16. 12. 01.	nicht.	getötet 14. 5. 02.	Verkäste retroperitoneale Lymphdrüsen. Tuberkel in den Lungen.	—
V	16. 1. 02.	(trächtig mit 8 Embryonen).	stirbt 4. 2. 02 an interkurrenter Krankheit	Die Uteri enthalten 8 Embryonen von verschiedener Grösse. Hypostase der linken Lunge. Keine Anzeichen von Tuberkulose.	Ein Embryo mit Uteruswand an ein Meerschweinchen verimpft, die übrigen zu Schnitten verarbeitet. Tuberkelbazillen nicht nachgewiesen.

No.	Tag der Begattung und der Infektion	Wirft	Ausgang	Sektionsbefund	Verhalten der Jungen
VI	16. 1. 02.	nicht.	getötet 14. 5. 02.	Die Wand fast der ganzen Scheide durch zahlreiche Tuberkel zu einem starren Rohre verwandelt, Schleimhaut durch tuberkulöse Geschwüre zerstört. Medialer Teil des linken Uterus von Tuberkeln völlig durchsetzt. Tuberkulose der Nieren, Milz, retroperitonealen Achsel- und Leisten-Drüsen.	—
VII	20. 2. 02.	25. 3. 02 4 Junge.	getötet 29. 3. 02.	Keine tuberkulösen Veränderungen. Im Scheidenschleim mikroskopisch keine Tuberkelbazillen nachweisbar, wohl aber durch intraperitoneale Verimpfung an ein Meerschweinchen.	Gut entwickelt. Werden in den ersten Tagen von der Mutter verstümmelt. Tuberkelbazillen weder durch Schnitte noch durch Verimpfung nachweisbar.
VIII	15. 3. 02	nicht.	getötet 12. 6. 02.	Mehrere Tuberkel in der Scheidenschleimhaut, die z. T. die ganze Wanddicke durchsetzen. Tuberkulose der Lungen, der Nieren, der Bronchial-, Achsel-, Leisten- und retroperitonealen Drüsen. Uteri frei.	—
IX	22. 4. 02.	nicht.	stirbt 20. 6. 02.	Wand der Scheide durch Tuberkel grösstenteils zu einem starren Rohre verwandelt, Schleimhaut durch tuberkulöse Geschwüre zerstört. Vereinzelte Tuberkel in den Uteri, welche z. T. die ganze Wanddicke durchsetzen. Tuberkulose der Milz, der Nieren, der Lungen, der Lymphdrüsen.	—
X	13. 5. 02.	18. 6. 02 8 Junge.	getötet 3. 7. 02.	Spärliche kleine Tuberkel in der Scheidenschleimhaut, mehrere verkäste retroperitoneale Lymphdrüsen. Vereinzelte Herde in den Lungen und der Leber.	Gut entwickelt. Getötet: 2 am 21. 6., 1 am 30. 10., 1 am 8. 11., 2 am 17. 11., 2 von je 2600 g Gewicht am 8. 12. 02. Sämtlich gesund. Tuberkelbazillen weder durch Verimpfung noch durch Schnitte nachweisbar.
XI	23. 5. 02.	nicht.	getötet 3. 7. 02.	Zahlreiche Tuberkel in der Scheidenschleimhaut, die z. T. die Wand völlig durchsetzen. Verkäste retroperitoneale Lymphdrüsen. Herde in den Lungen und Nieren.	—
XII	21. 6. 02.	24. 7. 02 7 Junge.	getötet 29. 9. 02.	Gesunde Organe.	Gut entwickelt. 1 am 30. 7., die übrigen am 30. 9. getötet. Tuberkelbazillen nicht nachweisbar.
XIII	23. 6. 02.	nicht.	getötet 25. 8. 02.	Lungenentzündung, keine Tuberkulose.	—

Es ergibt sich somit, dass nach dieser Methode der Beweis einer konzeptionellen Vererbung der Tuberkelbazillen sich nicht hat erbringen lassen. Die Jungen erwiesen sich als frei von Tuberkulose und waren normal kräftig entwickelt. Das frühzeitige Absterben der Mehrzahl beruht nicht auf angeborener Schwäche, sondern darauf, dass sie, sobald sie behufs näherer Betrachtung einmal aus dem Nest genommen worden waren, von der Mutter vernachlässigt wurden; in einem Falle wurden ihnen von der Mutter Ohren und Beine abgebissen, so dass sie verbluteten.

Ja, selbst nicht in den Wurf des Kaninchen No. VII, das Tuberkelbazillen im Genitalschleim beherbergte, und in den von No. X, das an Tuberkulose erkrankte, ist ein Übergang der Tuberkelbazillen erfolgt; die Jungen des Kaninchen No. X haben sich sogar ausnehmend gut entwickelt. Auch bei positivem Befunde wären diese letzteren wegen der Erkrankung der Mutter allerdings ebenfalls nicht für den Nachweis einer konzeptionellen Übertragung in Betracht gekommen. Auch die Friedmannsche Vermutung, dass die Tuberkelbazillen, soweit sie nicht ins Ei dringen, absterben, bestätigt sich nicht, da von den 13 Tieren 7 durch die Injektion erkrankten, und auch in einem Falle — No. VII —, wo keine pathologischen Veränderungen eingetreten waren, noch nach 37 Tagen virulente Keime durch den Tierversuch nachgewiesen wurden.

Wie ist nun das vorliegende Ergebnis im Einklang mit den Beobachtungen Friedmanns zu erklären?

An der Versuchsreihe fällt zunächst auf, dass nur etwa die Hälfte der Tiere trächtig geworden ist, obwohl die Verhältnisse völlig gleich lagen, und nach der Begattung Samenfäden im Scheidenschleim in jedem einzelnen Falle vorhanden waren. An den verwendeten Böcken liegt ebensowenig die Schuld, denn jeder derselben hat Erfolge wie Misserfolge gehabt. Wohl aber fällt ins Auge, dass die 6 nicht tuberkulös gewordenen Kaninchen bis auf eins trächtig geworden sind, und dass umgekehrt die 7, welche später tuberkulöse Veränderungen aufwiesen, bis auf eins — No. X — unfruchtbar geblieben sind; dies letztere zeigt im Gegensatz zu den anderen erkrankten Tieren nur wenig ausgedehnte pathologische Veränderungen. Es liegt also der Gedanke nahe, dass in den vorliegenden Versuchen Entstehung von Gravidität und Krankheit in der Weise in Beziehung stehen, dass erstere ausbleibt, wenn das Tier tuberkulös erkrankt.

Nimmt man an, dass Befruchtung und Infektion der Eizelle wie in Friedmanns Versuchen in allen Fällen erfolgt ist, dann wäre der weitere Verlauf so denkbar, dass bei der einen Reihe die geringere Widerstandsfähigkeit der Gewebe die Infektion des Muttertieres samt der Eizelle erlaubt hätte, und der Embryo frühzeitig zugrunde gegangen wäre. Im Gegensatz dazu wäre bei der anderen Reihe aus den gegenteiligen Gründen die Infektion fehlgeschlagen. Ein anatomischer Beweis für diese Annahme liesse sich allerdings nicht liefern. Für das Absterben des infizierten Embryo müssten sich vielleicht insofern Anhaltspunkte finden, als derselbe einen tuberkulösen Herd an der Stelle seines Sitzes im Uterus verursacht haben könnte. Affektionen der Uteri haben sich nun aber bei den tuberkulös und nicht trächtig gewordenen Tieren nicht regelmässig gefunden. Sonstige Umstände, die auf Infektion und nachheriges Ab-

sterben des Embryo oder anderseits auf erfolgte Infektion und nachheriges Absterben des Infektionskeims deuten, dürften sich kaum finden lassen.

Man muss sich also damit begnügen, festzustellen, dass unter Umständen, die bei Friedmann in allen Fällen zur Befruchtung und Infektion der Eizelle geführt haben, in den vorliegenden Versuchen Gravidität nachweisbar überhaupt nicht eingetreten ist, oder die ausgebildete Frucht sich als nicht tuberkulös erwiesen hat.

Jedenfalls also spricht der Ausfall der Versuche nicht für die Möglichkeit einer Übertragung durch den väterlichen Samen auf die Nachkommenschaft und bestätigt so die Ergebnisse, die Gärtner, Hauser und Cornet bei anderer Versuchsanordnung gehabt haben.

Literatur.

1. Bang, Die Tuberkulose unter den Haustieren in Dänemark. D. Ztschr. f. Tiermed. 1890. S. 411.

2. Baumgarten, Über experimentelle kongenitale Tuberkulose. Arbeiten aus dem pathologischen Institut zu Tübingen. I. 1892.

3. Cornet, Die Tuberkulose. Nothnagels spezielle Pathologie und Therapie.

4. Cornet und Mayer, Tuberkulose. Handbuch von Kolle u. Wassermann.

5. Friedmann, Experimentelle Studien über die Erblichkeit der Tuberkulose. Zeitschr. f. klin. Med. 43, S. 11, 1901.

6. Gärtner, Über die Erblichkeit der Tuberkulose. Zeitschr. f. Hygiene. Bd. XIII. 1893.

7. Hauser, Zur Vererbung der Tuberkulose. D. Archiv f. klin. Medizin 1898. Bd. 61.

8. Hildebrand, Tuberkulose und Skrophulose. Deutsche Chirurgie. Lief. XIII.

9. Maffucci, Über die tuberkulöse Infektion der Hühnerembryonen. Zentralbl. f. Bakteriol. V. 1889.

10. Ders., Über das Verhalten des Embryo gegen Infektionen. Zentralbl. f. Pathologie. V. 1894. S. 1.

11. Sarwey, Archiv f. Gynäkologie. Bd. 43.

Mitteilungen aus den deutschen Schutzgebieten.

Bericht über die auf den Marschallinseln herrschenden Geschlechts- und Hautkrankheiten

von

Stabsarzt Dr. Krulle.

Seit Anstellung eines Regierungsarztes auf den Marschallinseln und der Einführung regelmässiger Berichterstattung durch denselben zeigte sich, dass die früher von Laien verbreiteten Gerüchte über die starke Verbreitung der Syphilis auf diesen Inseln zum Teil auf Tatsachen beruhten. Steinbach, der erste dortige deutsche Arzt, stellte im Jahre 1893 fest, dass 32 Prozent aller behandelten Eingeborenen an Syphilis litten, und nach Schwabe, seinem Nachfolger, sollte 1895 die Zahl der Syphilitischen unter den Eingeborenen 50 Prozent betragen. Schwabe glaubt, dass schwere Schädigungen durch Entartung und Kinderlosigkeit aus dieser starken Verbreitung entständen. Die Berichte des Nachfolgers Bartels zeigen nun, dass die Zahl der Syphilitischen nicht so gross ist, vielleicht eine Folge der inzwischen eingeführten Behandlung, doch glaubt Bartels noch immer eine Entartung und ein Aussterben der Bevölkerung durch die Krankheit annehmen zu müssen.

Diese Berichte veranlassten die Kolonialabteilung des Auswärtigen Amtes einen in Hautkrankheiten besonders ausgebildeten Arzt zur Untersuchung der dortigen Verhältnisse hinauszusenden. Ich hatte die Ehre, für diesen Posten ausersehen zu sein und begab mich im März 1901 dorthin und nahm auf den Marschallinseln einen Aufenthalt von etwa sieben Monaten. Während dieser Zeit habe ich mich länger auf der Hauptinsel Jaluit und der Insel Nauru aufgehalten; ausserdem habe ich einen Teil der anderen Inseln besucht und mich durch Untersuchung von dem Gesundheitszustand der Eingeborenen überzeugt. Natürlich kann es sich, da ich nicht alle Inseln besucht und auch nicht alle Eingeborenen gesehen habe, nur um eine einigermassen richtige Schätzung handeln. In erster Linie habe ich versucht den Prozentsatz der dort vorhandenen Syphilis festzustellen, zweitens habe ich über das Vorkommen von Hautkrankheiten nähere Untersuchungen angestellt. Die Ergebnisse dieser meiner dortigen Untersuchungen will ich in folgendem näher ausführen und zwar stelle ich an die Spitze eine Übersicht, welche die Verbreitung der Syphilis und der Framboesia tropica darstellt.

Insel	Zahl		Lues I + II		Lues III		Lues hereditaria		Framboesia tropica (frisch)	
	der Bevölkerung	der Untersuchten	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Nauru . . .	1500	1500	—	—	25	1,7	—	—	39	2,6
Mille . . .	ca. 700	200	1	½	8	4	—	—	5	2,5
Arno . . .	ca. 1500	400	—	—	10	2,5	—	—	5	1,25
Maloelab . .	ca. 500	150	—	—	5	3,3	—	—	4	2,7
Mejit . . .	ca. 350	250	—	—	6	2,4	4	1.6	6	2,4
Summe		2500	1		54		4		59	

Es ergibt sich nach dieser Berechnung für die Erkrankungen

an primärer oder sekundärer Syphilis . . . 0,5 auf 1000,
an tertiärer Syphilis . . . . 21,6 auf 1000,
an hereditärer Syphilis . . . . 1,6 auf 1000,
und an Frambesia tropica (in frischem Zustande). 24 auf 1000,

Die Hauptinsel der Marschallgruppe Jaluit kann ich zu einer solchen Berechnung nicht heranziehen, da ich mich einerseits länger dort aufgehalten habe (etwa vier Monate), also vielleicht Leute, die vorher noch gesund waren, später als Kranke gesehen habe und anderseits dorthin, zum Sitze des Arztes, sehr viele Kranke zusammenströmen. Der letzte Vierteljahresbericht des dortigen Arztes Dr. Schnee ergibt auf 290 Behandelte 29 Erkrankungen an Syphilis, d. h. 10% der Erkrankten. Es zeigt mir nun meine Zusammenstellung und anderseits das, was ich auf Jaluit gesehen habe, dass die angegebenen Prozentzahlen für Syphilis zu niedrig sind, vielleicht das Doppelte oder Dreifache betragen, höchstens aber 10%. Syphilis im ansteckenden, d. h. im primären oder sekundären Stadium habe ich während meines ganzen Aufenthaltes nur dreimal zu Gesicht bekommen und zwar zweimal bei Farbigen und einmal bei einem Weissen, bei letzterem eine frische Infektion. Dieses



Lues maligna bei einem etwa 14jährigen Knaben.



14jähriger Knabe mit den Zeichen einer vererbten Syphylis.

und das Vorkommen der hereditären Syphilis zeigt, dass Syphilis in ansteckungsfähiger oder auf die Nachkommen übertragbarer Form auf den Inseln vorhanden sein muss, wahrscheinlich aber von den Eingeborenen verheimlicht wird, wie sie überhaupt Krankheiten der Geschlechtsorgane aus Scham oder anderen Gründen oft verheimlichen. Jedenfalls ist aber die Syphilis auf den Inseln nicht erheblich stärker verbreitet, als in europäischen Ländern. Auch trifft es meiner Ansicht nach nicht zu, dass die Syphilis dort mehr einen bösartigen Charakter zeigt, denn ich habe nur eine Lues maligna gesehen und das zahlreiche Vorhandensein der tertiären Syphilis ist meines Erachtens die Folge des früheren gänzlichen Fehlens einer Behandlung. Der Ansicht, dass die Syphilis bei den Farbigen in der sekundären Periode keine Hautexantheme zeigt, kann ich mich nicht anschliessen, denn ich habe auf Jaluit ein sekundäres und zwar makulo-populöses Exanthem bei einem Farbigen gesehen und würde bei längerem Aufenthalt wohl noch mehr zu Gesichte bekommen haben.

Die tertiäre Syphilis führt bei den dortigen Farbigen infolge mangelhafter oder gänzlich fehlender Behandlung zu den schwersten Zerstörungen, sodass diese Kranken zuweilen einen bejammernswerten Anblick darbieten. Neben Ulcera cutanea und zerfallenen Gummata sieht man starke Narbenbildung, welche teils zu Keloiden, teils zu starken Kontrakturen geführt hat. Sattelnase und vollständiger Verlust der Nase, Durchlöcherung der Nasenscheidewand oder des Gaumens gehören nicht zu den Seltenheiten. Die Zerstörungen sind so erheblich, wie wir sie kaum bei uns zu sehen bekommen. Solche Leute verbergen sich vor den Blicken anderer und sind nur schwer dazu zu bewegen, sich photographieren zu lassen.



Etwa 40jährige Frau, bei welcher die Syphilis erhebliche Zerstörungen hervorgerufen hat.

Der weiche Schanker scheint weniger verbreitet zu sein; ich habe ihn nur zweimal gesehen, während der Tripper zahlreiche Erkrankungen aufweist. Der letzte Bericht des Arztes spricht von 14 Fällen in Jaluit. Auf meiner Rundreise durch die Gruppe wurde ich allenthalben deswegen zu Rat gezogen, vornehmlich von Weissen (Ansteckung durch farbige Frauen), doch wurden mir auch Farbige mit Tripper vorgeführt. Ich bin der Ansicht, dass der Tripper unter der weiblichen Bevölkerung der Inseln, namentlich Jaluits, als der Metropole, stark verbreitet ist und gerade auf letzterer Insel durch neue Einfuhr durch ankommende Schiffe unterhalten wird. Wieviel Erkrankungen an Tripper auf den Inseln sind, wird sich nicht feststellen lassen, da Männer sich nur ungern der Untersuchung stellen, Frauen garnicht; nur der zuständige Arzt bekommt eine Anzahl dieser Fälle zu Gesicht, ein grosser Teil wird auch ihm verheimlicht und zuweilen nur durch Zufall entdeckt.

Mein Urteil über die auf den Inseln herrschenden Geschlechtskrankheiten fasse ich kurz in folgendem zusammen.

Eine so erhebliche Verbreitung der Syphilis, wie sie immer angegeben wird, besteht auf den Inseln nicht; jedenfalls sind nicht mehr als 10% der Bevölkerung syphilitisch und zwar vorwiegend tertiär syphilitisch.

Der hohe Prozentsatz der tertiären Syphilis erklärt sich aus dem früheren Fehlen der Behandlung und deutet auf eine frühere stärkere Verbreitung hin. Es handelt sich aller Wahrscheinlichkeit nach um eine Einschleppung durch anlaufende Schiffe (Walfischfänger).

Die bösartige Syphilis gehört auch auf diesen Inseln zu den Seltenheiten.

Hereditäre Syphilis kommt in beschränktem Masse vor.

Die Folgeerkrankungen der Syphilis, Nervenleiden, Tabes etc. fehlen oder sind verschwindend wenig vorhanden.

Weicher Schanker ist selten.

Tripper ist stark verbreitet.

Wenn auch auf einzelnen Inseln die Bevölkerung nicht sehr kräftig ist, so ist doch von einer Degeneration durch Syphilis nichts zu merken. Auch kann ich nach allem, was ich gesehen habe, nicht an eine Abnahme der Bevölkerung als Folge der Syphilis glauben; ich habe überall reichen Kindersegen gesehen. Für eine Insel, Nauru, ist, wie auch schon Steinbach erwähnt, eine stetige Zunahme festgestellt. Genaue Zählungen, die allerdings sehr schwierig sind, müssten das Nähere ergeben. Es gibt auf den Inseln kinderlose Ehen, wie ich glaube, als Folge des Trippers; von Tot- oder Fehlgeburten oder frühzeitigem Sterben der Kinder als Folge der Syphilis habe ich nichts in Erfahrung bringen können.

Im Lepraheim in Jaluit fand ich bei meiner Ankunft sechs Leprakranke vor, nämlich vier Männer und zwei Frauen. Der positive Bazillenbefund bestätigte die Diagnose. Das Nähere über die Kranken ist in der Deutschen medizinischen Wochenschrift 1902 S. 707

zu finden. Weitere Erkrankungen an Lepra habe ich auf meiner Rundreise nicht gefunden. Durch Absonderung der Kranken ist einer Weiterverbreitung vorgebeugt.

Die Framboesia tropica[1]) ist auf allen Inseln, wie aus der Übersicht zu ersehen ist, in ziemlich starkem, aber gleichmässigem Masse verbreitet. Auch auf der benachbarten englischen Ocean-Insel findet sich eine ähnlich starke Verbreitung. Auf den Marschallinseln heisst sie Ruck, auf der Insel Nauru Egoia (angeblich nach einer Person Egoi benannt, welche sie eingeschleppt haben soll). Alle Altersstufen sind von der Krankheit befallen, nur habe ich niemals ganz kleine Kinder mit der Krankheit behaftet gesehen. Das bevorzugte Alter ist das Kindesalter, zwischen zwei und zehn Jahren; je älter die Personen sind, desto seltener werden die Erkrankungsfälle. Über die Erscheinungen der Krankheit werde ich unter Beifügung von Photographien und mikroskopischen Abbildungen das Nähere in dem Archiv für Dermatologie und Syphilis berichten. Im übrigen verweise ich auf die Veröffentlichung von R. Koch ebendaselbst und vom damaligen Regierungsarzt Bartels in dieser Zeitschrift (18. Bd. 1. Heft 1901).

Eine stetige Abnahme der Krankheit ist auf den Inseln zu beobachten. Ich schreibe dieses einerseits der einsetzenden Behandlung, anderseits der Hebung der ganzen wirtschaftlichen Verhältnisse zu.

Die Tinea imbricata, Ringwurm, dort Gogo genannt, ist stark verbreitet; ein erheblicher Teil der Bevölkerung ist davon befallen. Die Bevölkerung der Insel Nauru, wie auch die der benachbarten Ocean-Insel (englisch) ist davon frei. Die Tinea imbricata ist eine durch einen dem Trichophyton tonsurans sehr nahe verwandten Pilz verursachte Dermatomykose. Mikroskopisch unterscheiden sich die Pilze beider Krankheiten kaum; ob ein kultureller Unterschied besteht, konnte ich nicht feststellen. In den Hautschuppen findet man den Pilz in sehr grosser Menge. Die Darstellung im frischen Präparat geschieht durch Kalilauge, die Färbung gelingt leicht mit Boraxmethylenblau. Man sieht die Krankheit in den verschiedensten Stadien vom ersten Anfange bis zur fast vollendeten Abheilung. Die Ausbreitung ist eine kreisförmige, wie beim Herpes tonsurans, nur kommt es in der Mitte nicht zur Abheilung. Durch Zusammenfluss der einzelnen Ringe entstehen die bekannten rankenförmigen Zeichnungen. Den Beginn sieht man am besten bei Kindern; von einem Punkte ausgehend werden kreisförmige Ringe gebildet. Die Ausbreitung schreitet sehr schnell fort und so sieht man meist den grössten Teil des Körpers befallen. Die erkrankte Oberhaut löst sich in schmalen Schuppen ab; diese sitzen mit dem der Peripherie zugekehrten Rande fest und sehen dadurch aufeinandergeschichteten Dachziegeln nicht unähnlich (imbricata). Beim Streichen über die Haut legen sie sich bei mitgehender Richtung glatt an, während sie beim Streichen in entgegengesetzter Richtung aufgerichtet werden. Ältere abgeheilte Herde haben eine stark verdickte Haut, welche häufig ihres Farbstoffes teilweise beraubt ist. Das Leiden verursacht Juckreiz. Hierdurch kommt es nicht selten zu Verletzungen, welche zu nachträglichen Schmutzekzemen führen. Daraus entstehen auch die so häufig vorhandenen Drüsenschwellungen.



Tinea imbricata.

Bei Weissen habe ich die Tinea niemals gesehen, während ich einigemale Herpes tonsurans in grösserer Ausdehnung bei ihnen beobachtet habe. Ob dieser durch Übertragung von tineakranken Personen hervorgerufen war, weiss ich nicht. Die Übertragung der Krankheit unter den Eingeborenen ist sehr leicht möglich; einerseits wird sie begünstigt durch die

[1]) Vergl. auch Bd. 18 S. 165.

infolge des Schweisses aufgelockerte Oberhaut, anderseits ist reichlich Gelegenheit zur Übertragung gegeben durch das enge Zusammenwohnen und Zusammensitzen der Leute und dadurch, dass die Kleidungsstücke meist Allgemeingut sind und sowohl von Kranken, als auch Gesunden getragen werden.

Die Krankheit ist leicht durch antiparasitäre Mittel, z. B. Schwefel, Chrysarobin zu bekämpfen; doch ist bei grosser Ausbreitung derselben die Behandlung langwierig und führt bei der bekannten Lässigkeit der Eingeborenen selten zu einem gänzlichen Erfolge. Die Insulaner wenden zur Heilung ein Öl an, welches aus den reifen Nüssen des Tamanobaumes (Calophyllum inophyllum) gewonnen wird.



Nauruinsulanerin mit Pityriasis versicolor.

Mehrere Erkrankungen an Molluscum contagiosum in grösserer Verbreitung über den Körper konnte ich beobachten, vornehmlich bei Kindern, doch waren auch Erwachsene davon befallen. Makroskopisch und mikroskopisch gleichen sie vollkommen den bei uns vorkommenden Fällen.

Eine auf den Inseln sehr verbreitete Hautkrankheit ist auf den Marschallinseln Djenn, auf der Insel Mauru Eomaremar genannt. Im Berichte des Regierungsarztes Bartels wird sie Erythrasma benannt. Ein grosser Teil der Bevölkerung, wohl annähernd 50%, ist

damit behaftet; es gilt auf manchen Inseln für schön, mit derartigen Flecken behaftet zu sein. Jedes Alter und jedes Geschlecht ist befallen. Beschwerden macht die Krankheit nicht, es besteht kein Jucken. Sie besteht in runden, bis markstückgrossen, auf der braunen Haut sich grau abhebenden Flecken; dieselben sind wenig erhaben über der gesunden Haut, nach Waschen mit Salzwasser treten sie etwas stärker hervor. Der Fleck ist am Rande etwas mehr erhaben und zeigt im ganzen kleienförmige Abschuppung, welche aber durch die Gewohnheit des Einölens des Körpers selten zu sehen ist. Die Flecken fliessen zusammen und bilden die bekannten guirlandenförmigen Zeichnungen. Ältere Flecke haben eine mehr schmutzigweisse Farbe, heben sich scharf gegen die braune Haut ab und zeigen



Marschallinsulanerin mit Pityriasis versicolor.

keine Abschuppung mehr. Die Krankheit kann auf einzelne Herde beschränkt bleiben, sie kann aber auch über den ganzen Körper sich verbreiten und nur noch einzelne braune Hautinseln übrig lassen. Der behaarte Kopf, die Flachhände und Fusssohlen bleiben frei, während die Tinea auch auf diese übergeht. Die Krankheit ist parasitären Ursprungs. Der sie erzeugende Pilz gleicht dem der Pityriasis versicolor vollkommen. Die Krankheit ist ansteckend und wird von älteren Personen sehr bald auf die Kinder übertragen durch die Gewohnheit der Eingeborenen, die Kinder immer auf der Hüfte zu tragen. Durch unsere antiparasitären Hautmittel, wie auch durch das vorher erwähnte Tamanoöl ist sie leicht zu beseitigen. Die weissen Stellen bleiben eine Zeit lang infolge Verlustes des Farbstoffes zurück.

Neben gewöhnlichen Schmutzekzemen, die nicht ganz selten sind, kommt häufig eine eigentümliche Hauterkrankung, vornehmlich an den Unter-schenkeln, seltener an den Unterarmen vor. Sie besteht in erbsen- bis zehnpfennigstückgrossen flachen Geschwüren mit zähem eitrigem Belag, in dem eine Unzahl Kokken und Bakterien vorhanden ist. Sie beginnt in der Regel an den Füssen dort, wo die Hose oder der Kleidersaum aufliegt und schreitet von dort nach oben fort, eine Folge des Aufstreifens der vorher beschmutzten Hosen. Bei der männlichen Bevölkerung ist sie entschieden häufiger, der Grund dafür ist das häufige Arbeiten im Wasser. Jaluit weist zahlreichere derartige Erkrankungen auf, als die anderen Inseln, weil dort das Kleidertragen allgemein üblich ist. Die Heilung tritt bei Fernhalten der schädigenden Ursachen (Salzwasser und Schmutz) sehr bald unter indifferenter Behandlung z. B. Zinkpuder oder Salben ein. Die Geschwüre müssen durch Staphylakokkeneinwanderung entstehen; ich möchte die Krankheit, es ist ein Ekzem, ver-

gleichen mit einer Erkrankung der Füsse und Unterschenkel bei unseren Landleuten, welche viel in und mit Mist arbeiten.

Bei den Hautkrankheiten habe ich jedesmal die einzuschlagende Behandlung kurz erwähnt. Es gelingt meist leicht, sie zur Heilung zu bringen. Über die Behandlung der Framboesia werde ich im Archiv für Dermatologie und Sypbilis berichten. Was die gegen die Geschlechtskrankheiten zu ergreifenden Massregeln betrifft, so sind sie annähernd dieselben, wie sie in zivilisierten Ländern ergriffen werden. Es hat sich auf den Marschallinseln gezeigt, dass die durch die Ärzte eingeführte Behandlung gute Erfolge erzielt hat; sie besteht in dem auch bei uns üblichen Verfahren. Der Erfolg ist ersichtlich aus der immer geringer werdenden Zahl der Tertiärsyphilitischen unter den behandelten Kranken. Um der Weiterverbreitung vorzubeugen, sind Krankenhäuser oder Hütten eingerichtet, in denen die Kranken von dem Verkehr mit den Gesunden abgeschlossen sind entsprechend dem bei uns üblichen Verfahren. Es ist mit Bestimmtheit zu erwarten, dass durch die ergriffenen Massnahmen die Geschlechtskrankheiten eingeschränkt werden und deshalb niemals aus ihnen eine ernste Gefahr für die Bevölkerung erwachsen wird.



Auf Jaluit häufig vorkommendes, durch die Einwirkung von Salzwasser und Schmutz entstandenes Ekzem.

Auf meiner Rückreise habe ich den Karolineninseln einen kurzen Besuch abgestattet und, soweit die Zeit es erlaubte, dort Untersuchungen über die einschlägigen Krankheiten gemacht. Nach den dort gemachten Beobachtungen bin ich zu dem Schluss gekommen, dass die dortigen Gesundheitsverhältnisse inbezug auf die Geschlechts- und Hautkrankheiten denen der Marschallinseln gleichen und die dort ergriffenen Massnahmen ähnlich denen auf den Marschallinseln zu dem erstrebten Erfolge führen werden.

Ergebnisse der Weinstatistik für 1900 und 1901.

Berichte der beteiligten Untersuchungsstellen,
gesammelt im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Seit einer Reihe von Jahren sind die Ergebnisse der Weinuntersuchungen, die im Auftrage der an der einheimischen Weinerzeugung beteiligten Bundesstaaten zu statistischen Zwecken ausgeführt werden, in der Weise verwertet worden, dass im Kaiserlichen Gesundheitsamte aus dem eingesandten Zahlenmaterial die Mittelwerte für die wichtigsten Weinbestandteile berechnet und zusammen mit den beobachteten entsprechenden Höchst- und Mindestwerten in Form von Tabellen veröffentlicht wurden. Diese Art der Bekanntgabe, die lediglich als ein Versuch zu betrachten war, hat sich jedoch als unzulänglich erwiesen. Als auf diesseitige Anregung am 17. März 1902 in Berlin eine Zusammenkunft von Sachverständigen auf dem Gebiete des Weines und des Weinbaues stattfand, um über die künftige Gestaltung und Ausführung der weinstatistischen Arbeiten zu beraten, wurde auch der Frage der Veröffentlichung der Ergebnisse die gebührende Aufmerksamkeit zugewendet.

Als Frucht dieser Besprechung hat sich das Folgende ergeben.

Entsprechend dem Zweck, welchen die weinstatistischen Untersuchungen in erster Reihe verfolgen, eine möglichst grosse Summe von Tatsachen über die chemische Zusammensetzung der Weine in den einzelnen deutschen Weinbaugebieten zusammenzutragen, wird nunmehr das von den einzelnen Untersuchungsstellen gewonnene Zahlenmaterial in jährlichen Berichten ausführlich mitgeteilt werden, und zwar von den Leitern der Untersuchungsstellen selbst und unter deren Verantwortlichkeit. Ferner werden die verschiedenen Umstände und Einflüsse, welche, wie Lage und Bodenart des Weinbergs, Traubensorte, Zeit der Lese, Witterung, Kellerbehandlung des Weines, Zeit des Abstichs usf., für die schliessliche Zusammensetzung des Weines in Betracht kommen, bei der Veröffentlichung der Ergebnisse mehr als bisher die notwendige Berücksichtigung erfahren. Auf solche Weise wird nicht nur das ursprüngliche Zahlenmaterial weiteren Kreisen zugänglich gemacht; die mitgeteilten Zahlen erhalten vielmehr durch die beigefügten Erläuterungen erst ihre eigentliche Deutung, und es wird sich für auffallende Werte unter Umständen auf diese Weise feststellen lassen, welche der verschiedenen Ursachen hier zu besonderer Wirkung gelangt ist. Das ist sowohl für den Fachmann von Wert, der in der Weinchemie heimisch ist, als auch wird es von besonderer Bedeutung für den Chemiker werden, der mehr abseits dieses Gebietes steht, und dem nur zeitweilig ein Wein zur Beurteilung vorgelegt wird.

Dadurch, dass die amtliche weinstatistische Kommission in Zukunft jährlich zusammentritt, ist zu erwarten, dass die Anregungen, die von diesen Zusammenkünften ausgehen werden, auch den Veröffentlichungen der Kommission zugute kommen werden. Es ist beabsichtigt auch alle Beobachtungen mitzuteilen, die, auch wenn sie nicht bei weinstatistischen Arbeiten gemacht wurden, doch für die chemische Beurteilung des betreffenden Jahrgangs wertvoll sind.

So steht zu hoffen, dass die weinstatistischen Arbeiten nicht nur für die Statistik, für die Beurteilung der Grenzzahlen, für die Unterlagen zu gesetzlichen Massnahmen, sondern auch für die Weinchemie selbst gute Früchte tragen und zu ihrem Teile zu einer Vertiefung der wissenschaftlichen Erforschung des Weines beitragen werden.

Die auf den nachfolgenden Blättern mitgeteilten Berichte für die Jahre 1900 und 1901 sind, soweit dies möglich war, seitens der einzelnen Untersuchungsstellen noch nachträglich einer Umarbeitung und Ergänzung unterzogen worden. Sie sind daher noch nicht so vollständig, als dies für später beabsichtigt ist, und somit nur als ein Beginn, nicht als eine endgültige Fassung der Berichterstattung zu betrachten.

Berichte der staatlichen Untersuchungsanstalten, welche mit der Ausführung der weinstatistischen Untersuchungen betraut sind.

1. Preussen.

Bericht der önochemischen Versuchsstation Geisenheim. **Dr. K. Windisch.**

Die Moste des Jahres 1900.

Die Moste des Jahres 1900 sind gekennzeichnet durch niedrige Säure und ziemlich hohes Mostgewicht, beides Merkmale einer guten Reife der Trauben. Infolge zahlreicher, während des letzten Teiles der Lese eintretender Regenfälle wurden die stark edelfaulen Traubenbeeren teilweise ausgewaschen, sodass gerade die zuletzt gelesenen Trauben, die den besten und zuckerreichsten Most versprachen, wesentlich dünnere Moste lieferten.

Die Moste des Jahres 1901.

Infolge andauernden Regens im September 1901 wurden die Trauben ausserordentlich stark von Fäulnis befallen und deshalb sehr zeitig gelesen. Die Moste waren infolgedessen meist säurereicher und zuckerärmer als im Jahre 1900. Da später trocknes Wetter eintrat, wurden die bis dahin am Stocke belassenen Trauben zuckerreicher und säureärmer und lieferten dementsprechend zusammengesetzte Moste. In acht Fällen konnten einerseits die aus gesunden, anderseits die aus faulen Trauben der gleichen Weinberge gewonnenen Moste untersucht werden. Die Moste aus faulen Trauben hatten durchweg höhere Mostgewichte, aber auch höhere Säuregrade als die Moste aus gesunden Trauben. — Bemerkenswert ist der geringe Säuregehalt und das hohe Mostgewicht der Moste aus den ostdeutschen Weinbaugebieten.

Die Weine des Jahres 1900.

Die Maximal- und Minimalwerte der wichtigsten Bestandteile der 1900er Weine ergeben sich aus der nachstehenden Tabelle.

	Weissweine						Rotweine	
	Rheingau		Nahetal		Moseltal			
	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum
Alkohol (Gramm in 100 ccm)	10,59	6,98	9,78	7,35	9,72	5,76	9,60	7,35
Extrakt[1]) (Gramm in 100 ccm)	4,605	2,442	2,500	1,716	4,498	1,954	3,121	2,383
Gesamtsäure (Gramm in 100 ccm)	1,01	0,54	0,82	0,45	1,24	0,73	0,77	0,45
Mineralbestandteile (Gramm in 100 ccm)	0,363	0,154	0,204	0,139	0,204	0,142	0,335	0,247

Die 1900er Weine sind meist reif, mild und häufig alkoholreich. Der Extraktgehalt war meist hoch; nur bei dem einzigen untersuchten Weine aus dem ostdeutschen Weinbaugebiete (No. 36) lag er unter der gesetzlichen Grenzzahl. Dasselbe gilt im allgemeinen für den Extraktgehalt nach Abzug der Gesamtsäure und für den Extraktgehalt nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren. Abweichungen zeigen sich hier nur bei dem sehr extraktarmen ostdeutschen Weine No. 36 und bei den Weinen No. 33—35 aus Wittlich im Liesertal, die abnorm hohe Säuregehalte aufweisen; bei diesen Weinen werden die gesetzlichen Grenzzahlen für den Extraktgehalt nach Abzug der Gesamtsäure und für den Extraktgehalt nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren teils nur wenig überschritten, teils unterschritten. Der Mineralstoffgehalt der Moselweine ist vielfach verhältnismässig gering. Die gesetzliche Grenzzahl wird zwar in keinem Falle unterschritten, doch liegt bei zwei Weinen (No. 22 und 36) der Mineralstoffgehalt nahe an der Grenze. Die Rotweine sind durchweg reich an Extrakt und Mineralstoffen, aber arm an Säure.

Soweit die Moste, aus denen die Weine entstanden, untersucht worden waren, ergibt sich bezüglich des Säurerückgangs bei der Gärung und Lagerung bis zum ersten Abstich folgendes: Bei den Rheingauer Weinen war die Säure des Mostes um 12,6 bis 48,4 %, bei den Naheweinen um 16,1 bis 39,8 %, bei den Moselweinen um 5,1 bis 15,4 %, bei den Rotweinen um 31,2 bis 67,2 % vermindert worden.

Die Weine des Jahres 1901.

Bezüglich der Weinbestandteile, für die gesetzliche Grenzzahlen bestehen, ist folgendes zu bemerken: Die Grenzzahl für den Extraktgehalt wurde bei einem Wein (No. 52) unterschritten, bei einem zweiten Weine (No. 20) nur knapp erreicht. Die Grenzzahl für den Extraktgehalt nach Abzug der Gesamtsäure wurde bei den Weinen No. 38, 52 und 53 nicht erreicht, bei den Weinen No. 12, 20, 22, 30 und 51 nur wenig überschritten. Die Grenzzahl für den Extraktgehalt nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren wurde bei den Weinen No. 38, 52 und 53 nicht erreicht, bei den Weinen No. 12, 20, 22, 24, 30 und 51 nur wenig überschritten. Die Grenzzahl für den Mineralstoffgehalt wurde bei allen Weinen erreicht; bei den Weinen No. 17, 20 und 22 liegt der Mineralstoffgehalt jedoch nahe an der gesetzlichen Grenze.

[1]) Extrakt nach Abzug des 0,1 g in 100 ccm Wein übersteigenden Zuckers.

Beachtenswert sind die Ergebnisse der Untersuchung der Weine aus dem ostdeutschen Weinbaugebiete. Sie haben hohen Alkohol- und niedrigen Säuregehalt, ganz im Gegensatze zu den sonstigen Jahrgängen. Die Rheingauer Weine sind reich an Extrakt und Säure, die Rotweine reich an Extrakt und Mineralbestandteilen, aber arm an Säuren.

Infolge der starken Fäulnis der Trauben bei warmem Wetter neigen viele Weine des Jahres 1901 zu Krankheiten; viele neigen zum Rohn-, Zähe- und Stichigwerden. Während im allgemeinen Jungweine nur wenig flüchtige Säuren haben, sind unter den 53 untersuchten Weinen nicht weniger als 16 mit mehr als 0,1 g, steigend bis zu 0,25 g flüchtigen Säuren in 100 ccm. Einige dieser Weine waren bereits total stichig.

Der Säurerückgang betrug bei den Weissweinen 6,2 bis 47,9 %, bei den Rotweinen 2,7 bis 52,6 % der ursprünglich im Moste enthaltenen Säure, schwankte also innerhalb sehr weiter Grenzen. Ganz abnorm verhalten sich in dieser Hinsicht die Weine aus dem ostdeutschen Weinbaugebiete. Der an sich ungewöhnlich niedrige Säuregehalt der ostdeutschen Moste nahm bei der Gärung und Lagerung bis zum ersten Abstich nur sehr wenig ab.

Moste des Jahres 1900.

a) Weissweinmoste.

No.	Gemarkung (Gemeinde)	Lage (Gewann)	Bodenart	Traubensorte	Zeit der Lese	Mostgewicht bei 15° C. Grade Oechsle	Säure, als Weinsäure berechnet ‰
				I. Rheingau.			
1	Eibingen	Leideck	Sandiger Lehm	Österreicher	11. Okt. Vorl.	76,0	13,5
2	"	"	"	Sämling 2	15. Okt.	77,4	12,2
3	"	Flecht	Schiefer	Riesling, grüne Trauben	27. "	81,5	10,8
4	"	Leideck	Sandiger Lehm	Riesling	1. Nov.	86,2	13,5
5	"	Dechanei	Lehm	"	1. Nov., Ausl.	105,1	12,1
6	"	Ob. u. mittl. Flecht	Schiefer	"	29. Okt. "	106,5	11,7
7	"	Untere Flecht	"	"	26. " "	108,0	12,2
8	"	"	"	"	27. " "	108,5	12,1
9	Eltville	Tiefe Lage	Lehm	²/₃ Österr., ¹/₃ gem.	15. Okt.	74,5	9,3
10	"	Sonnenberg	Kies	Riesling	27 "	126,0	12,0
11	Erbach	Honigberg	Letten u. Schiefer	"	14. Nov.	74,5	8,5
12	"	Marcobrunn	Schiefer	"	8. "	82,5	5,5
13	"	Herrnberg	Kies und Lehm	"	12. "	91,0	6,7
14	Geisenheim	Fuchsberg	Lehm	Österreicher	20. Okt.	67,0	11,4
15	"	"	"	Elbling	10 "	75,0	13,1
16	"	"	"	Österreicher	10. "	78,0	9,5
17	"	"	"	Riesling, Nachl.	24. Oktober, Nachl.	83,1	12,5
18	"	Kilsberg	Kies	Österreicher	9. Okt.	87,0	9,6
19	"	Backenacker	Kieshalt. Humus	"	16.–18. Okt.	87,5	9,6
20	"	Fuchsberg	Lehm	Sämling 2	15. Okt.	88,0	10,5
21	"	"	"	Traminer	24. "	91,5	9,3

No.	Gemarkung (Gemeinde)	Lage (Gewann)	Bodenart	Traubensorte	Zeit der Lese	Mostgewicht bei 15° C. Grade Oechsle	Säure, als Weinsäure berechnet ‰
22	Geisenheim	Kläuserweg	Mergel	Gewürztraminer	20. Okt.	93,5	7,8
23	"	Unt. Rothenb. und Weyerchen	Schiefer	Riesling	23. "	94,0	10,4
24	"	Schorchen	Kies	½ Riesl., ½ Österr.	13. "	94,0	10,7
25	"	Theilers	Schiefer u. Letten	Riesling	7. Nov.	94,5	9,6
26	"	Platte und Stollen	Letten	"	23. Okt.	94,5	10,8
27	"	Steinacker	Kies und Letten	"	25. "	96,0	9,7
28	"	Lickerstein	Schiefer und Letten	⅓ Österr., ⅔ Riesl.	27. "	96,1	9,8
29	"	Steinacker und Weissmauer	Kies	Österreicher	16. "	96,5	10,5
30	"	Altbaum	Letten	Riesling	24. "	97,0	11,5
31	"	Schorchen	Kies und Mergel	"	22. "	97,5	11,5
32	"	Altbaum	Kies	"	25. "	98,5	11,5
33	"	Morschberg	Schiefer und Letten	"	25. "	99,0	9,7
34	"	"	Schiefer	"	25. "	99,5	10,3
35	"	Mäuerchen	Letten	"	26. "	99,5	11,5
36	"	Decker	"	"	23. "	99,5	11,8
37	"	Hohenrech	Lehm	¾ Österr., ¼ Riesl.	16. "	101,0	10,7
38	"	Decker	Letten	Österreicher	18. "	101,5	11,3
39	"	"	"	Riesling	25. "	103,5	10,5
40	"	Kläuserweg	Schiefer	"	26. "	104,0	11,1
41	"	Fuchsberg	Lehm	"	18. Okt., Ausl.	104,5	11,9
42	"	Decker	Letten	"	29. Okt.	106,7	11,0
43	"	Fuchsberg	"	"	29. "	107,0	12,8
44	"	Becht	"	"	27. "	109,5	11,8
45	"	Backenacker	Kieshalt. Humus	Österreicher	16.—18. Okt.	109,9	10,3
46	"	Rothenberg	Rotschiefer u. Letten	Riesling	25. Okt., Ausl.	110,0	9,6
47	"	Morschberg	Schiefer	"	25. Okt.	115,0	10,4
48	"	Altbaum	Letten	"	29. Okt., Beeren-Ausl.	126,0	13,8
49	Hallgarten	Hohlborn	Kies und Letten	"	20. u. 22. Okt.	95,0	11,4
50	Hattenheim	Kiedricher Weg	Lehm	Gem. Trauben	19. Okt.	77,2	11,0
51	"	Nussbrunnen	Kies und Letten	Riesling	12. Nov.	80,0	6,1
52	"	Muhl	Lehm	"	19. Okt.	82,6	12,1
53	"	Meerhölzchen	Ton	"	19. "	83,0	11,8
54	"	Boden und Kilb	Letten	"	27. "	85,8	12,1
55	"	Steinberg	Ton und Schiefer	"	15. Nov.	86,0	7,7
56	"	Bergweg	Lehm	"	15. Okt.	91,0	10,9
57	"	Gr. Engelmannsberg	Ton	"	8. Nov.	103,5	9,3
58	"	Nussbrunn	Kies und Lehm	"	12. "	105,0	7,8
59	"	"	Kies, Untergr. Letten	"	28. Okt.	138,0	12,8
60	Johannisberg	Hölle	Schiefer	"	22. "	84,5	13,0
61	"	Bangert	Kies und Lehm	Österr. und Riesl.	19. "	89,5	12,4
62	"	Steinstück	Kies	Riesling	22. "	90,0	13,0
63	"	Unterhölle	Schiefer und Lehm	"	6. Nov.	92,0	10,1
64	"	Oberer Vogelsang	Lehm	Österreicher	16. Okt.	92,2	12,5
65	"	Mittelhölle	Schiefer und Lehm	Riesling	9. Nov.	95,6	9,7
66	"	Klaus	Kies u. Lehm, mit Schiefer überfahren	Gewürztraminer	23. Okt.	96,0	7,5
67	"	Kahlenberg	Schiefer	Riesling	7. Nov.	98,2	9,8

No.	Gemarkung (Gemeinde)	Lage (Gewann)	Bodenart	Traubensorte	Zeit der Lese	Mostgewicht bei 15° C. Grade Oechsle	Säure, als Weinsäure berechnet ‰
68	Johannisberg	Klaus	Kies	Riesling	26. Okt.	99,0	11,6
69	„	Unterhölle	Tonschiefer	„	16. „	118,0	13,1
70	Kiedrich	Gräfenberg	Letten und Schiefer	„	15. „	85,0	8,5
71	Mittelheim	—	Kies und Lehm	Österreicher	17. „	84,3	10,4
72	„	Oderberg	Kies und Letten	Riesling	18. „	89,5	11,8
73	„	Neuberg	Letten	„	16. „	91,0	12,8
74	„	Schlehdorn	Leichter Boden	„	23. „	94,5	11,8
75	„	Neuberg	Kies und Letten	„	16. „	96,0	13,2
76	„	Edelmann	„ „ „	„	24. „	101,5	12,3
77	„	Schlehdorn	Lehm	„	22. „	102,0	11,5
78	Östrich	Weisert	Sand und Letten	„	18. „	73,5	11,6
79	„	—	Kies und Lehm	Riesl. und Österr.	17. „	79,2	10,5
80	„	Grubenfeld	Lehm und Kies	Gem. Trauben	18. „	82,5	10,9
81	„	Berg	Kies und Letten	Riesling	3. Nov.	85,6	9,6
82	„	Heideborn und Eiserweg	Letten und Kies	„	27. Okt.	90,4	12,1
83	„	Lenchen	Lehm und Kies	Meist Riesling	24. „	92,0	12,5
84	„	Hölle u. Kellerberg	Kies und Letten	Riesling	24. „	94,5	12,6
85	„	Deez	„ „ „	„	20. „	99,5	11,8
86	„	Schönhölle	Sand und Kies	Gem. Trauben	18. „	101,5	12,0
87	„	Dosberg	Lehm, Kies u. Letten	Riesling	18. „	110,5	12,4
88	Rüdesheim	Eisenenger	—	—	6. Nov.	80,5	4,9
89	„	Berg	Schiefer	Orleans	9. „	82,3	8,4
90	„	—	—	Riesling	2. Nov.	84,5	6,9
91	„	Hochspalier im Rottland	Schwerer Lehm	Meist Gutedel	17. Okt.	85,0	6,7
92	„	Zollhaus	Eisenhalt. Boden mit blaul. Schiefer	Riesling	5. Nov.	86,5	6,2
93	„	—	—	„	3. „	86,5	9,2
94	„	—	—	„	31. Okt.	86,8	7,5
95	„	Bergweg	—	„	3. Nov.	87,0	5,7
96	„	Mühlstein	—	„	3. „	87,0	5,9
97	„	Rottland	Schiefer und Ton	„	20. Okt.	87,5	9,7
98	„	—	—	„	3. Nov.	88,5	6,3
99	„	Pares	Mergel mit Schiefer	„	3. „	89,5	8,1
100	„	Vorderer Burgweg	Quarzit mit Letten	Riesl. m. 1/3 Orleans	5. „	90,0	6,5
101	„	Brunnen	—	—	2. „	90,4	3,9
102	„	Unterer Stollen	—	—	3. „	91,0	6,5
103	„	Rottland	Schiefer	Riesling	21. Okt.	92,0	8,2
104	„	Wüst	Ton	„	17. „	92,5	10,2
105	„	Rottland	Schiefer	„	21. „	93,5	8,9
106	„	Gessel	Lehm	Gem. Trauben	18. „	95,0	11,1
107	„	Dickenstein	Schiefer	Riesling	30. Okt., Ausl.	95,9	6,4
108	„	Vorderes Rottland	„	„	19. Okt.	96,5	8,8
109	„	Hinterhaus	Ton	„	18. „	96,5	9,8
110	„	Unterer Hellpfad	—	—	28. „	97,0	7,1
111	„	Hinteres Rottland	Schiefer und Ton	Riesling	19. „	97,0	7,9
112	„	—	—	„	27. „	97,0	10,1
113	„	Hinterhaus	Ton	„	20. „	98,0	8,3
114	„	Oberes Roseneck	—	—	26. „	98,0	9,4

No.	Gemarkung (Gemeinde)	Lage (Gewann)	Bodenart	Traubensorte	Zeit der Lese	Mostgewicht bei 15° C. Grade Oechsle	Säure, als Weinsäure berechnet ‰
115	Rüdesheim	Hinteres Rottland	Schiefer und Ton	Riesling	22. Okt.	98,5	8,0
116	„	„ „	„ „ „	„	24. „	99,0	7,5
117	„	Oberes Roseneck und Hellpfad	—	—	26. „	99,0	9,1
118	„	Kuhweg	Schiefer und Ton	Riesling u. Österr.	22. „	99,5	8,2
119	„	Pares	Mergel m. Schiefer	Riesling	28. „	100,0	8,9
120	„	Hinteres Rottland	Schiefer und Ton	„	24. „	100,5	8,2
121	„	Hinterhaus	Ton	„	20. „	100,5	8,7
122	„	—	—	„	28. „	100,8	10,4
123	„	Hinterhaus	Schiefer	„	22. „	101,0	8,6
124	„	Wüst	Ton	„	17. „	101,0	10,7
125	„	Hinteres Kronnest	—	—	24. „	102,0	9,2
126	„	Hinteres Rottland	Schiefer und Ton	Riesling	22. „	102,5	8,3
127	„	Wüst	Ton	„	17. „	102,5	10,2
128	„	Stumpfenort und unteres Roseneck	—	—	28. „	103,0	7,7
129	„	Hinterhaus	Ton	Riesling	19. „	104,5	9,3
130	„	—	—	„	24. „	106,0	9,7
131	„	—	—	„	27. „	106,5	9,3
132	„	—	—	„	27. „	107,7	9,4
133	Winkel	Dachsberg	Schiefer	Österreicher	17. „	72,0	13,1
134	„	Unterer Steinacker	Lehm	„	10. „	74,5	11,0
135	„	Hasensprung	„	„	10. „	79,5	13,5
136	„	Im Lett	Letten	Riesling	19. „	80,5	10,7
137	„	Hermannsberg	Lehm	„	3. Nov.	81,1	11,0
138	„	Steinacker	Kies	Österreicher	10. Okt.	86,0	9,6
139	„	Klaus	Kies u. Lehm, mit Schiefer überfahren	Riesling	21. „	86,5	11,4
140	„	Gutenberg	Fetter Lehm	„	17.—26. Okt.	93,0	12,1
141	„	Jesuitengarten	Lehm	„	23. Okt.	96,0	12,0
142	„	Klaus	Kies u. Lehm, mit Schiefer überfahren	„	21. Okt., Ausl.	102,5	12,1

II. Rheintal unterhalb des Rheingaues.

No.	Gemarkung (Gemeinde)	Lage (Gewann)	Bodenart	Traubensorte	Zeit der Lese	Mostgewicht	Säure
143	Bacharach	Dell	Lehm	Österreicher	20. Okt.	77,9	8,8
144	„	Leimbach	Schiefer	Riesling	22. „	79,8	8,5
145	Honnef	Domkaute	Trachyt	Traminer	15. „	82,0	10,6
146	Steeg	St. Jost	Schiefer	Riesling	15. „	79,0	10,7
147	„	Flur	„	„	16. „	84,5	10,4

III. Nahegebiet.

No.	Gemarkung (Gemeinde)	Lage (Gewann)	Bodenart	Traubensorte	Zeit der Lese	Mostgewicht	Säure
148	Bretzenheim	Katherloch	Letten	Österreicher	31. Okt.	73,2	10,3
149	„	Hühn	Lehmiger Kies	Österr. u. Riesling	30. „	74,7	8,9
150	„	Kehr	Lehm	„ „ „	30. „	85,4	9,0
151	Monzingen	Auf der Fels und auf der Ley	Verwitt. Felsboden	Riesling	19. u. 20. Okt.	85,6	9,5
152	„	Auf der Fels und auf der Ley	„ „	Österr. u. Riesling	18. u. 20. „	92,1	8,8

No.	Gemarkung (Gemeinde)	Lage (Gewann)	Bodenart	Traubensorte	Zeit der Lese	Mostgewicht bei 15° C. Grade Oechsle	Säure, als Weinsäure berechnet ‰
			IV. Gebiet der Mosel und Saar.				
153	Bobern	Uhlen Berg	Schiefer	Riesling	20. Okt.	76,3	10,3
154	„	Pappenscheer Berg	„	„	23. „	83,9	11,7
155	Canzem a.d.S.	Berg	Schiefer (kalkarm)	„	17. „	87,8	10,3
156	„ „	„	„ „	„	19. u. 20. Okt.	89,8	9,8
157	Hatzenport	—	Schiefer	„	18. Okt.	66,0	14,5
158	Ockfen	Geisberg	Schwerer Tonschief.	„	18. „	79,0	10,2
159	„	Herrenberg	Leichter Schiefer	„	13. „	97,2	11,2
160	Pisport	Südlich	Schwerer Schiefer	„	21. „	91,4	13,4
161	„	„	Leichter Schiefer	„	22. „	100,5	11,4
162	Schoden	Feils	Leichter Schiefer und Kies	„	15. „	76,0	9,6
163	Wiltingen	Scharz	Lehm und Schiefer	„	16. „	89,0	12,3
164	Winningen	Hell	Lehm	„	24. „	72,6	13,5
165	„	Hamm Berg	Schiefer	„	22. „	80,0	11,8
166	Wittlich	Portnersberg	„	$^2/_3$ Riesling, $^1/_3$ Elbl.	29. Okt.	55,0	11,5
167	im	Knuth	„	$^3/_4$ „ , $^1/_4$ andere	bis	58,5	12,7
168	Liesertal	Drescheit	„	$^3/_4$ „ , $^1/_4$ Elbl.	4. Nov.	61,5	13,1
			V. Andere Weinbaugebiete.				
169	Crossen a. O.	Nach Süden, steil	Lehm	Sylvaner	22.—25. Okt.	75,6	8,6
170	Erbstadt, Kreis Hanau	Schloss Naumburg	Roter Tonschiefer	Riesling	Anf. Nov.	58,0	14,4
171	Freyburg a. U.	Schliserberg	Ton	Schönf. u. Gutedel	19. Okt.	70,2	10,3
172	„ „	„	Kalkboden	Riesling	19. „	76,2	10,4
173	Ganersheim (Rheinpfalz)	In der Schützenhütte	Kalkboden	Österr., etwas Riesl.	12. „	85,4	9,2
174	Gelnhausen	Vor dem Haizertor (Köbler)	Lehm, Letten, Sand	Gem. Trauben	22. „	72,2	8,8
175	Hörstein a. M.	Rauschberg	Verwitt. Feldsp., kalkarm	Riesling	5. Nov.	71,0	8,4
176	„ „	„	Verwitt. Feldsp., kalkarm	$^1/_2$ Österr., $^1/_2$ Riesl.	2. „	72,0	8,4

b) Rotweinmoste.

177	Crossen a. O.	Steiler Südabhang	Sandiger Lehm	Spätburgunder	22.—25. Okt.	86,0	10,7
178	Eibingen	Leideck	„ „	Frühburgunder	29. Sept.	97,5	7,4
179	Geisenheim	Fuchsberg	Lehm	Portugieser	5. Okt.	82,5	9,6
180	„	„	„	Frühburgunder	25. Sept.	93,0	6,5
181	„	„	„	Spätburgunder	15. Okt.	86,0	11,0
182	Mayschoss	Verschiedene Lagen	Schiefer und Kies	„	Ende Okt.	72,0	11,5
183	„	„ „	„	„	„ „	77,5	10,6
184	„	„ „	„	„	„ „	84,0	10,7
185	Ober-Ingelheim	—	Lehm	Spätrot	9. Okt.	87,2	10,8
186	Rhöndorf, Rh.	Domkante	Trachyt	Spätburgunder	13. „	75,0	8,2
187	Unkel a. Rh.	Berg	Schiefer	„	15. „	83,5	12,6
188	„	„	„	„	15. „	89,0	9,9
189	„	„	Basalt	„	15. „	90,2	10,4

Moste des Jahres 1901.

a) Weissweinmoste.

No.	Gemarkung (Gemeinde)	Lage (Gewann)	Bodenart	Traubensorte	Etwa vorhandene Fäule	Zeit der Lese	Mostgewicht (Grade Oechsle)	Säure ‰
				I. Rhein- und Maingau.				
1	Hochheim	Domdechaney	Letten	Riesling	Grösstenteils Edelfäule	19. Okt.	90,5	10,7
2	Wiesbaden	Neroberg	—	—	—	—	47,0	12,7
3	"	"	—	—	—	—	55,3	12,6
4	"	"	—	—	—	—	78,4	14,0
5	Kiedrich	Gräfenberg	Verwitterter Schiefer	Riesling	—	Ende Okt.	94,0	14,2
6	Erbach	Marcobrunnen	Lehmb. mit Muschelkalk	"	—	" "	82,5	10,6
7	"	Warmloch und Steinmorgen	Lehm	"	Meist Edelfäule	21. "	83,5	10,9
8	"	Marcobrunnen	Letten	"	Edelfäule	21. "	97,0	11,7
9	Hattenheim	—	—	—	—	20. "	70,0	10,2
10	"	Boos	Schiefer	Riesling	—	15. "	75,0	11,6
11	"	Geiersberg	—	"	—	17. "	75,4	11,6
12	"	Muhl	Lehm	"	—	17. "	77,4	10,3
13	"	Meerhölzchen	Ton	"	—	11. "	79,4	12,6
14	"	Stabel	Kies	"	Meist Edelfäule	26. "	82,0	11,8
15	"	Steinberg, Oberh.	Verwitterter Schiefer	"	—	Ende "	86,0	11,8
16	"	Engelmannsberg	Kiesiger Lehm	"	—	" "	89,5	12,3
17	Östrich	Schlehdorn	Lehm	"	—	11. "	76,4	12,3
18	"	Dosberg	Lehm, Kies und Letten	"	—	9. "	78,3	12,3
19	"	Landflecht	—	"	—	11. "	79,4	12,5
20	"	Schlehdorn	Lehm	"	—	9. "	79,8	11,4
21	"	Mühlberg	—	"	—	17. "	80,4	12,8
22	"	Eiserberg	—	"	—	15. "	85,0	13,2
23	"	Unt. Schlehdorn	Lehm	"	—	13. "	86,6	12,1
24	Mittelheim	Neuberg	Letten	"	—	13. "	71,0	12,1
25	"	"	"	"	—	13. "	78,0	12,6
26	"	Edelmann	Kies u. Letten	"	—	15. "	81,0	12,5
27	"	Gottestal	—	"	—	15. "	82,3	12,8
28	Winkel	—	Lehm	Österr. u. Riesl.	—	10. "	70,0	11,8
29	"	Rheinpflicht	—	Österreicher	—	26. Sept.	72,0	13,3
30	"	Steinacker	Kies	"	—	2. Okt.	74,0	14,4
31	"	Gutenberg	Fetter Lehm	Riesling	Teilweise Edelfäule	17. "	85,0	11,1
32	"	Steinacker	Lehmiger Kies mit Schiefer überf.	Gewürztram.	—	13. "	87,0	10,1

No.	Gemarkung (Gemeinde)	Lage (Gewann)	Bodenart	Traubensorte	Etwa vorhandene Fäule	Zeit der Lese	Mostgewicht (Grade Oechsle)	Säure ‰
33	Johannisberg	Erntebringer	—	Riesling	—	17. Okt.	80,4	13,7
34	„	Vordere Hölle	Schiefer	„	—	17. „	83,0	13,9
35	„	Bangert	Kies und Lehm	„	—	16. „	83,5	13,4
36	„	Erntebringer	—	„	—	20. „	85,8	13,4
37	„	Hölle	Schiefer	„	—	15. „	86,0	11,1
38	„	Kochsberg	Lehm	„	Edel- und Sauerfäule	15. „	97,6	11,7
39	Geisenheim	Fuchsberg	„	Sylvaner	Nur faule Beeren	19. Sept.	53,6	13,8
40	„	„	„	Gelbholzer	—	2. Okt.	57,5	16,7
41	„	—	—	—	—	3. „	61,0	13,7
42	„	Fuchsberg	Lehm	Elbling	—	22. Sept.	62,5	16,4
43	„	„	„	Sylvaner	Gesunde Trauben	19. „	63,4	13,1
44	„	Becht	Letten	„	—	27. „	70,5	13,7
45	„	Hohenrech	Lehm	½ Riesl., ½ Österr.	—	4. Okt.	73,5	11,9
46	„	Lickerstein	Schiefer und Letten	Riesling	—	4. „	78,5	12,1
47	„	Kilsberg	Kies	„	—	14. „	80,0	12,9
48	„	Spitzenberg und Kilsberg	Lehm und Kies	Österreicher	—	10. „	82,0	12,8
49	„	Fuchsberg	Lehm	Riesling	—	12. „	82,6	13,9
50	„	„	—	—	—	4. „	82,7	11,7
51	„	Becht	Letten	Riesling	—	8. „	84,8	14,6
52	„	Decker	„	„	—	3. „	85,6	13,9
53	„	„	„	„	—	10. „	86,2	13,3
54	„	Mäuerchen	„	„	—	16. „	86,5	13,6
55	„	Altbaum	Kies	„	—	3. „	87,5	16,3
56	„	Ob. Fuchsberg	Lehm	„	—	12. „	88,0	13,7
57	„	Altbaum	Kies	„	—	13. „	88,3	13,3
58	„	Morschberg	Schiefer und Letten	„	—	12. „	90,4	11,0
59	„	Rothenberg	Roter Schiefer	Riesling	Grösstenteils Edelfäule	14. u. 15. Okt.	93,0	12,5
60	„	Kläuserweg	Schiefer	„	Nur faule Trauben	24. Sept.	104,0	17,7
61	„	Versch. Lagen	—	Österr. u. Riesl. (Erdtrauben)	—	15. Okt.	119,5	24,3
62	Eibingen	Leideck	Sandiger Lehm	Sylvaner	—	21. Sept.	59,4	16,2
63	„	„	„	Riesling (Erdtrauben)	—	11. Okt.	60,7	15,8
64	„	Dechaney	Lehm	Riesling	—	10. „	60,7	16,9
65	„	Leideck	Sandiger Lehm	„	—	12. „	66,6	14,9
66	„	„	„	Sylvaner	—	11. „	69,8	13,0
67	„	„	„	„	—	11. „	74,8	12,6
68	„	Mittl. Flecht	Schiefer	Riesling	Nur gesunde Trauben	2. „	84,6	14,9
69	„	Obere Flecht	„	„	—	26. Sept.	89,0	19,6
70	„	Untere Flecht (Jungfeld)	„	„	—	9. Okt.	93,1	13,7

No.	Gemarkung (Gemeinde)	Lage (Gewann)	Bodenart	Traubensorte	Etwa vorhandene Fäule	Zeit der Lese	Mostgewicht (Grade Oechsle)	Säure ‰
71	Eibingen	Untere Flecht (Alt.Weinberg)	Schiefer	Riesling	—	9. Okt.	95,2	13,6
72	„	Mittl. Flecht	„	„	Nur faule Trauben	2. „	112,5	17,6
73	Rüdesheim	Hochspalier im Rottland	Schwerer Lehm	Meist Gutedel	—	25. Sept.	70,4	9,1
74	„	Rottland	Schiefer u. Ton	Riesling	—	28. „	84,1	11,7
75	„	Wallmachsberg	Verw. Grauwacke	„	Starke Fäule	7.—11. Okt.	91,6	12,6
76	„	„	„	„	„ „	7.—11. „	95,6	13,0
77	„	Unt. Hellpfad	—	„	—	9. Okt.	95,7	9,8
78	„	Berg	Grauer Schiefer	„	Grösstenteils Edelfäule	14. u. 15. Okt.	97,4	10,2
79	„	Unterer Platz	Sandiger Lehm	„	Starke Fäule	11. u. 12. „	101,0	12,3
80	„	Pares	Mergel u. Schiefer	„	—	9. Okt.	101,6	11,6
81	„	Wilpert	Schiefer	„	Starke Fäule	17. u. 18. Okt.	101,7	13,6
82	„	Oberer Platz	Verw. Grauwacke	„	„ „	12. u. 13. „	102,5	13,4
83	„	Stoll	Schiefer	Orleans	½ gesund, ½ edelfaul	23. Okt.	103,0	12,5
84	„	Unt. Roseneck	—	Riesling	—	10 „	103,3	11,6
85	„	Ober. Brunnen Oberteil	Schiefer	„	Starke Fäule	22. „	104,0	10,4
86	„	Eisenenger	—	„	—	15. „	105,0	10,2
87	„	Krachbein	Sandiger Lehm	„	Starke Fäule	16. „	106,0	14,0
88	„	Hellpfad	Schiefer	„	„ „	21. „	110,0	10,5
89	„	Rottland	Letten	„	„ „	15. u. 16. Okt.	111,4	12,9
90	„	Kripp	—	„	—	11. Okt.	112,4	11,7
91	„	Bronnen	Schiefer	„	—	11. „	112,6	9,8
92	„	Stollen	Schiefer	„	—	11. „	112,6	11,9
93	„	Mühlstein	—	„	—	14. „	114,5	10,4
94	„	Hinterhaus	Letten	„	Starke Fäule	14. u. 15. Okt.	121,0	13,7
95	„	Bronnen	Schiefer	„	„ „	22. Okt.	122,0	10,1
96	„	„	„	„	„ „	22. „	123,0	10,5
97	Assmannshausen	—	—	Spätburg., weiss gekelt. (Rotweiss)	„ „	—	127,1	18,3

II. Rheintal unterhalb des Rheingaues.

No.	Gemarkung (Gemeinde)	Lage (Gewann)	Bodenart	Traubensorte	Etwa vorhandene Fäule	Zeit der Lese	Mostgewicht (Grade Oechsle)	Säure ‰
98	Bacharach	Posten	Schiefer	Riesling	¼ Edelfäule	8. Okt	75,6	13,8
99	Kaub	Au	„	„	Wenig Sauer- u. Edelfäule	7. „	70,2	11,3
100	Steeg	Mühlenberg	„ leicht	„	—	19. „	63,5	13,8

III. Weinbaugebiet der Nahe.

No.	Gemarkung (Gemeinde)	Lage (Gewann)	Bodenart	Traubensorte	Etwa vorhandene Fäule	Zeit der Lese	Mostgewicht (Grade Oechsle)	Säure ‰
101	Bretzenheim	Kronenberg	Fetter Lehm	Riesling und andere	—	18. Okt.	69,4	9,6
102	„	Boländer	„	Gemischt	—	18. „	75,8	9,8
103	„	Manik	Lehm	Riesl., Österr. u. andere	—	18. „	76,5	10,0

No.	Gemarkung (Gemeinde)	Lage (Gewann)	Bodenart	Traubensorte	Etwa vorhandene Fäule	Zeit der Lese	Mostgewicht (Grade Oechsle)	Säure ‰
104	Monzingen	Geisert	Kies	Sylvaner und Ruländer	Starke Fäule	14. Okt.	70,4	12,2
105	„	Fels u. Lay	Verwitt. Fels	Riesling	„ „	14.—16. Okt.	80,8	12,5
106	„	Fels	„	Sylv. u. Rul.	„ „	14.—16. „	87,4	12,8
107	Roxheim	Berg	Letten (schwer)	Riesling	Starke Edelf.	27. Okt.	92,1	7,9
				IV. Weinbaugebiet der Mosel.				
108	Reil a. d. M.	Sooren	—	Riesling	Starke Fäule	18. Okt.	67,0	15,0
109	Canzem a. d. S.	Berg	Schiefer (kalkarm)	„	Meist Graufäule	19. „	77,6	12,9
110	„	„	—	„	„	17. „	80,5	13,3
111	Casel	Kehrnagel	Schiefer	„	Wenig Sauerfäule	Mitte Okt.	71,5	12,0
112	„	Grosserberg	„	„	„	„ „	78,0	12,3
113	Eitelsbach	Berg	„	„	„	„ „	78,4	13,1
114	„	„	„	„	„	„ „	57,0	13,5
115	Ockfen	Herrenberg	Schiefer (leicht)	„	Meist Sauerfäule	„ „	63,0	11,9
116	„	Geisberg	Tonschiefer (schwer)	„	„	„ „	74,0	14,0
117	Schoden	Fails	Schiefer (leicht) u. Kies	„	„	„ „	69,5	10,9
118	Waldrach	Hahnenberg	Schiefer	„	Wenig Sauerfäule	„ „	65,0	11,4
119	„	Scheidterberg	„	„	„	„ „	65,2	11,6
120	„	„	„	„	„	„ „	67,3	13,4
121	„	Hauptberg	„	„	„	„ „	76,0	12,0
122	Wiltingen	Scharz	Lehm (schwer) Grünsteinsch.	„	Meist Sauerfäule	„ „	61,0	14,0
123	Wittlich im Liesertal	Portnersberg	Schiefer	$^2/_3$ Riesl., $^1/_3$ Burg.	Edel- u. Rohfäule	11.—23. Okt.	65,0	11.4
124	„	Kunk	„	$^2/_3$ „ $^1/_3$ Elbl.	„	11.—23. „	68,6	11,2
125	„	Portnersberg	„	$^1/_2$ Riesl., $^1/_4$ Sylv., $^1/_4$ Elbling	„	11.—23. „	71,6	11,8
126	Zeltingen	Burg	Heller Schiefer	Riesling	$^2/_3$ Rohfäule, $^1/_3$ Edelfäule	25. Okt.	78,2	8,7
				V. Ostdeutsches Weinbaugebiet.				
127	Crossen a. O.	—	Sandiger Lehm	Gemischt	Keine	16.—18. Okt.	72,0	8,8
128	„	—	Lehm u. lehm. Sand	„	„	7. Okt.	81,0	8,9
129	Freyburg a. U.	Schliffterberg	Kalkboden	Riesling	„	17., 20. Okt.	72,0	10,7
130	„	„	„	Gemischt	Etwas Sauerfäule	„	75,0	12,4
131	Grünberg i. Schl.	—	Sand	„	Keine	14. Okt.	80,0	7,9
132	„	—	„	Weisser Gutedel und Sylvaner	„	15. „	80,6	6,5
133	„	—	„	Blaue Trauben, weiss gekeltert	—	14. „	92,4	8,5

No.	Gemarkung (Gemeinde)	Lage (Gewann)	Bodenart	Traubensorte	Etwa vorhandene Fäule	Zeit der Lese	Mostgewicht (Grade Oechsle)	Säure ‰
134	Padligar, Kr. Züllichau-Schwiebus	Bergabhang nach Süden und Südosten	Sandiger Lehm	Riesl., Gelbschönedel und Elbling	Keine	12. Okt.	73,6	6,4
135	„	„	„	Burgund., Champ.-trauben und Tramin.	„	12. „	87,9	6,4
				VI. Andere Weinbaugebiete.				
136	Hörstein, Main	Rauschberg	Schiefer	½ Riesl., ½ Österr.	Etwas Edelfäule	24. Okt.	67,0	9,1
137	Dolgesheim (Rheinhess.)	—	Kalkboden	Meist Österr.	Edelfäule	12.—18. Okt.	65,9	10,0
138	Erbstadt Kreis Hanau	Schloss Naumburg	Roter Tonschiefer	Riesling	Starke Fäule	Ende Okt.	66,0	9,9
139	Weikersheim im Taubertal (Württemb.)	Karlsberg	Sandiger Lehm mit Muschelkalk	Sylvaner und Gutedel	Nur gesunde Trauben	17. u. 18. Okt.	71,8	9,5
140	„	Schmecker	Schwerer Lehm mit Muschelkalk	„	„	„	72,9	9,0
141	„	Karlsberg	Sandiger Lehm mit Muschelkalk	„	Nur faule Trauben	„	74,7	11,6
142	„	„	„	Süssrot, weiss gekeltert	Starke Fäule	16. Okt.	78,6	11,1
143	Würzburg	Schalksberg	Wellenkalk	Gemischt, meist Sylvaner	Teilw. Edelfäule	28. „	66,4	9,9
144	„	Stein	„	„	„	28. „	72,5	8,8
				b) Rotweinmoste.				
145	Eibingen	Leideck	Sandiger Lehm	Früh. blau. Wälsch.	—	1. Okt.	56,7	17,7
146	„	„	„	Spätburgunder	Ges. Trauben	22. Sept.	76,6	15,4
147	„	„	„	„	Faule „	22. „	79,8	19,8
148	„	„	„	Frühburgunder	Ges. „	11 „	80,0	8,8
149	„	„	„	„	Faule „	11. „	88,0	11,5
150	Geisenheim	—	—	Portugieser	—	1. Okt.	60,0	14,6
151	„	Fuchsberg	Lehm	„	—	19. Sept.	61,5	10,9
152	„	„	„	Spätburgunder	Ges. Trauben	21. „	68,6	13,9
153	„	„	„	St. Laurent	—	19 „	70,5	14,1
154	„	„	„	Müllerrebe	—	19. „	70,5	16,0
155	„	„	„	Spätburgunder	Faule Trauben	21. „	79,6	17,7
156	„	„	„	Frühburgunder	Ges. „	1. Okt.	82,0	7,9
157	„	„	„	„	Faule „	1. „	116,5	11,8
158	Grünberg i. Schl.	—	Sand	Spätburgunder u. Blauschönedel	Blauschönedel zieml. stark faul	15. „	84,0	7,4
159	Padligar, Kr. Züllichau-Schwiebus	Bergabhang nach Süden und Südosten	Sandiger Lehm	Blauer Schönedel und Kurzrot	—	12. „	87,6	7,0

Weine des

a) Weiss-

No.	Gemarkung	Lage (Gewann)	Bodenart	Traubensorte	Zeit der Lese 1900
					I. Rhein-
1	Eibingen u. Geisenheim	Fuchsberg u. Flecht	Schiefer und Lehm	Riesling	24. u. 27. Okt.
2	" " "	" " "	" " "	"	18. u. 26. "
3	Erbach	Markobrunn	Lehm	"	8. Nov.
4	Geisenheim	Fuchsberg	"	Elbling	10. Okt.
5	"	"	"	Österreicher	10 "
6	Hattenheim	Engelmannsberg	Kiesiger Lehm	Riesling	8. Nov.
7	"	Steinberg	Schiefer	"	15. "
8	Johannisberg	Hölle	"	"	22. Okt.
9	Kiedrich	Gräfenberg	"	"	15. "
10	Mittelheim	Edelmann, Oderberg	Kies und Letten	"	18. u. 24. Okt.
11	"	Neuberg	" " "	"	16. Okt.
12	Rüdesheim	Kuhweg	Schiefer und Ton	Riesling und Österr.	22. "
13	"	Rottland	Schiefer	Riesling	21. "
14	"	Zollhaus	"	"	5. Nov.
15	"	Pares	Schiefer und Mergel	"	3. "
16	"	Burgweg	Quarzit und Letten	Riesling, ¹/₂₀ Orleans	5. "
17	Winkel	Hasensprung	Lehm	Österreicher	10 Okt.
					II. Weinbau-
18	Bretzenheim	Kehr	Lehm	Österr. und Riesling	30. Okt.
19	"	Hühn	Lehm und Kies	" " "	30. "
20	"	Katherloch	Letten	Österreicher	31 "
21	Monzingen	Auf der Fels und auf der Ley	Felsboden	Österr. und Riesling	20. "
22	"	Auf der Fels und auf der Ley	"	Riesling	19. "
23	Weiler bei Bingerbrück	Rechts Müh	Schiefer mit Lehm	Franken	Oktober
24	" " "	Schwalg	" " "	"	"
25	" " "	Epsch Müh	Schiefer mit Letten	"	"
26	" " "	Hippel	Lehm	"	"
			III. Weinbaugebiet der Mosel		
27	Bremm a. d. Mosel	Calmont	Leichter Schiefer	Riesling	Ende Okt.
28	" " "	Kirchenberg	" "	"	" "
29	Ockfen	Geisberg	Schwer. Tonschiefer	"	18. Okt.
30	"	Herrenberg	Leichter Schiefer	"	13. "
31	Schoden	Feils	Schiefer und Kies	"	15. "
32	Wiltingen a. d. Saar	Scharz	Lehm und Schiefer	"	16. "
33	Wittlich im Liesertal	Knuth	Schiefer	Meist Riesling	29. Okt.
34	" " "	Portnersberg	"	" "	bis
35	" " "	Drescherl	"	" "	4. Nov.
					IV. Ostdeutsches
36	Crossen a. d. Oder	Südabhang	Sandiger Lehm	Österreicher	22. Okt.

¹) Der 0,1 g in 100 ccm übersteigende Zuckergehalt ist in Abzug gebracht worden.

Jahres 1900.

weine.

Spez. Gewicht bei 15°	Alkohol	Extrakt[1]	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren	Extraktrest nach Abzug der freien Säuren	Mineral-bestandteile	Glyzerin	Freie Säuren	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Gesamt-Weinsäure	Freie Weinsäure	Weinstein	An alkalische Erden gebundene Weinsäure	Zucker	Phosphorsäure (P_2O_5)	Kali (K_2O)
	g in 100 ccm															
gau.																
0,9979	7,83	2,643	1,911	1,853	0,185	0,933	0,79	0,046	0,732	0,315	0,135	0,056	0,135	0,149	0,038	0,054
0,9999	10,46	3,655	2,711	2,645	0,167	1,429	1,01	0,053	0,944	0,274	0,131	0,019	0,128	0,924	0,046	0,034
1,0034	10,59	4,605	3,844	3,755	0,363	1,611	0,85	0,071	0,761	0,157	0	0,196	0	0,832	—	—
0,9978	6,98	2,442	1,748	1,682	0,196	0,705	0,76	0,053	0,694	0,225	0,045	0,180	0,038	0,140	—	0,023
0,9974	7,38	2,612	2,122	2,062	0,217	0,746	0,55	0,048	0,490	0,154	0,004	0,141	0,038	0,118	—	0,030
0,9980	9,58	3,472	2,906	2,842	0,253	1,421	0,63	0,051	0,566	0,135	0	0,169	0	0,386	—	—
1,0029	7,21	3,715	3,119	3,045	0,330	1,053	0,67	0,059	0,596	0,165	0	0,207	0	0,371	—	—
0,9952	8,69	2,963	2,073	2,023	0,184	1,026	0,94	0,039	0,890	0,184	0,064	0,047	0,083	0,231	0,044	—
1,0006	8,27	3,608	3,152	3,068	0,291	1,480	0,54	0,067	0,456	0,210	0	0,150	0,090	0,257	0,064	0,035
0,9986	9,52	3,217	2,338	2,267	0,173	1,065	0,95	0,057	0,879	0,135	0,015	0,056	0,075	0,189	0,057	—
0,9997	10,02	3,559	2,655	2,579	0,235	1,217	0,98	0,061	0,904	0,105	0	0,085	0,038	0,307	0,064	—
0,9960	8,76	2,792	2,057	2,012	0,154	1,193	0,78	0,036	0,735	0,304	0,146	0,075	0,098	0,198	0,029	0,053
0,9972	9,89	2,652	2,000	1,942	0,170	1,405	0,71	0,046	0,652	0,255	0,075	0,066	0,128	0,786	0,027	0,047
0,9954	9,23	2,590	2,048	2,000	0,216	0,965	0,59	0,038	0,542	0 094	0	0,103	0,011	0,216	—	—
0,9957	9,32	2,714	2,045	1,994	0,190	1,050	0,72	0,041	0,669	0,146	0,026	0,047	0,083	0,226	—	—
0,9953	9,18	2,613	2,106	2,033	0,205	0,793	0,58	0,058	0,507	0,173	0,015	0,094	0,083	0,192	—	—
0,9971	8,47	3,124	2,180	2,144	0,269	1,045	0,98	0,029	0,944	0,105	0	0,113	0,015	0,204	0,040	—
gebiet der Nahe.																
0,9958	8,52	2,500	1,745	1,690	0,178	0,869	0,81	0,044	0,755	0,143	0	0,066	0,090	0,155	0,047	—
0,9952	8,30	2,246	1,530	1,476	0,201	0,880	0,77	0,043	0,716	0,143	0	0,094	0,068	0,092	0,027	—
0,9960	7,76	2,206	1,586	1,516	0,190	0,733	0,69	0,056	0,620	0,146	0	0,094	0,071	0,128	0,065	—
0,9936	9,78	2,495	1,911	1,855	0,196	0,744	0,64	0,045	0,584	0,154	0	0,094	0,079	0,022	—	—
0,9942	9,28	2,475	1,708	1,655	0,139	0,825	0,82	0,042	0,767	0,304	0,146	0,066	0,105	0,148	—	—
0,9996	7,35	1,716	1,310	1,256	0,160	0,576	0,46	0,043	0,406	0,206	0,011	0,056	0,150	0,049	0,052	—
0,9960	8,04	1,842	1,378	1,332	0,175	0,585	0,51	0,037	0,464	0,161	0,004	0,075	0,098	0,063	0,045	—
9,9958	8,57	2,113	1,612	1,563	0,164	0,683	0,55	0,039	0,501	0,176	0,026	0,141	0,038	0,018	0,040	0,026
0,9981	7,53	1,986	1,589	1,536	0,204	0,660	0,45	0,042	0,397	0,158	0	0,198	0	0,050	0,046	—
nebst Nebenflüssen.																
0,9958	9,72	2,612	1,840	1,762	0,189	0,777	0,85	0,062	0,772	0,206	0,064	0,075	0,083	0,385	—	0,034
0,9924	9,57	1,954	1,298	1,224	0,142	0,698	0,73	0,059	0,656	0,195	0,023	0,122	0,075	0,097	—	0,033
0,9985	7,81	2,740	1,861	1,800	0,195	1,010	0,94	0,049	0,879	0,191	0,026	0,038	0,135	0,248	0,039	—
1,0038	8,56	4,498	3,509	3,438	0,204	0,997	1,06	0,057	0,989	0,203	0,022	0,028	0,158	1,104	0,047	—
0,9970	8,22	2,642	1,816	1,762	0,152	0,760	0,88	0,043	0,826	0,281	0,109	0,047	0,135	0,115	0,028	—
0,9999	8,39	3,614	2,573	2,504	0,164	1,104	1,11	0,055	1,041	0,229	0,064	0,038	0,135	1,126	0,033	—
0,9994	6,04	2,175	1,016	0,955	0,160	0,634	1,22	0,049	1,159	0,330	0,203	0,066	0,075	0,074	0,039	—
0,9996	6,16	2,282	1,096	1,052	0,160	0,579	1,23	0,035	1,186	0,334	0,191	0,056	0,098	0,108	0,017	—
0,9999	5,76	2,242	1,070	1,002	0,157	0,572	1,24	0,054	1,172	0,345	0,210	0,042	0,101	0,086	0,029	—
Weinbaugebiet.																
0,9922	8,27	1,546	1,070	1,006	0,133	0,449	0,54	0,051	0,476	0,278	0,060	0,103	0,135	0,037	0,025	0,030

b) Rot-

No.	Gemarkung	Lage (Gewann)	Bodenart	Traubensorte	Zeit der Lese 1900
37	Crossen a. d. Oder	Südabhang	Sandiger Lehm	Spätburgunder	25. Okt.
38	Mayschoss a. d. Ahr	Versch. Lagen	Schiefer	"	15. "
39	" "	" "	"	"	15. "
40	" "	" "	"	"	15. "
41	Unkel a. Rhein	Berg	Basalt	"	9. "
42	" "	Boden	Schiefer	"	9. "

[1]) Der 0,1 g in 100 ccm übersteigende Zuckergehalt ist in Abzug gebracht worden.

Weine des

a) Weiss-

No.	Gemarkung	Lage (Gewann)	Bodenart	Traubensorte	Zeit der Lese 1901
					I. Rhein-
1	Assmannshausen	—	Schiefer	Spätburgunder[2])	—
2	Eibingen	Flecht[3])	Tonschiefer	Riesling	4. Okt.
3	"	Flecht[4])	"	"	2. "
4	"	Leideck	Lehm	Sylvaner veredelt	29. Sept.
5	"	"	"	Riesling veredelt	12. Okt.
6	"	"	"	Sylvaner	29. Sept.
7	Geisenheim	Fuchsberg	"	Elbling	20. "
8	Rüdesheim	Burgweg	Tonschiefer	Riesling	—
9	"	Pares u. Zollhaus	"	"	—
10	Winkel	Gutenberg	Fetter Lehm	"	17. u. 18. Okt.
				II. Rheintal	unterhalb
11	Boppard	Bopparder Hamm (Fesserlay)	Tonschiefer	Riesling	16. Okt.
12	Oberwesel	Harthelle	Schiefer	"	8. "
13	"	Rheinhelle	"	"	15. "
					III. Nahe-
14	Bretzenheim	Boländer	Fetter Lehm	Gemischt	18. Okt.
15	"	Kronenberg	" "	Gem. m. Riesling	18. "
16	"	Manik	Lehm	Gem. mit Riesling und Sylvaner	18. "
17	Monzingen	Fels und Lay	Verwitt. Fels	Riesling	14.—16. Okt.
18	Kreuznach	Brückes	Roter Sandstein mit Kies	"	25. Okt.
19	"	Kronenberg	Leichter Letten	"	24. "
20	Roxheim	Berg	Schwerer Letten	"	27. "

[2]) Fussnoten siehe am Schluss der Tabellen (S. 174 u. 175).

weine.

Spez. Gewicht bei 15°	Alkohol	Extrakt[1])	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren	Extraktrest nach Abzug der freien Säuren	Mineralbestandteile	Glyzerin	Freie Säuren	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Gesamt-Weinsäure	Freie Weinsäure	Weinstein	An alkalische Erden gebundene Weinsäure	Zucker	Phosphorsäure (P_2O_5)	Kali (K_2O)
	g in 100 ccm															
0,9960	8,22	2,383	2,082	1,933	0,287	0,607	0,45	0,079	0,351	0,150	0	0,188	0	0,081	0,049	0,036
0,9985	7,35	2,803	2,308	2,243	0,335	0,716	0,56	0,052	0,495	0,168	0	0,210	0	0,113	—	—
0,9996	7,61	8,105	2,376	2,335	0,268	1,019	0,77	0,033	0,729	0,165	0	0,207	0	0,055	0,053	0,035
0,9986	8,10	3,121	2,436	2,391	0,295	1,029	0,73	0,036	0,685	0,154	0	0,193	0	0,093	0,047	0,047
0,9960	9,60	2,869	2,416	2,299	0,286	0,695	0,57	0,094	0,452	0,124	0	0,159	0	0,177	0,059	0,027
0,9961	9,07	2,677	2,189	2,017	0,247	0,612	0,66	0,138	0,487	0,128	0	0,141	0,015	0,233	0,064	0,036

Jahres 1901.

weine.

Spez. Gewicht bei 15°	Alkohol	Extrakt[2])	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren	Extraktrest nach Abzug der Gesamtsäure	Mineralbestandteile	Glyzerin	Gesamtsäure	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Gesamt Weinsäure	Freie Weinsäure	Weinstein	An alkalische Erden gebundene Weinsäure	Zucker	Schwefelsäure (SO_3)
	g in 100 ccm														
gau.															
1,0124	11,32	5,358	3,842	3,688	0,546	1,670	1,67	0,123	1,516	0,056	0	0,070	0	2,632	0,020
0,9992	8,98	3,442	2,315	2,262	0,210	1,152	1,18	0,042	1,127	0,506	0,356	0,193	0	0,288	0,024
1,0006	7,53	3,310	2,220	2,130	0,215	0,886	1,18	0,072	1,090	0,323	0,135	0,028	0,165	0,240	0,024
1,0001	7,42	2,738	1,794	1,688	0,190	0,581	1,05	0,085	0,944	0,278	0,068	0,113	0,120	0,111	0,012
1,0020	6,49	3,231	2,167	2,081	0,192	0,881	1,15	0,069	1,064	0,428	0,165	0,141	0,150	0,232	0,012
1,0001	5,94	2,528	1,812	1,688	0,221	0,551	0,84	0,099	0,716	0,248	0,068	0,113	0,090	0,149	0,021
1,0002	6,48	2,750	2,028	1,940	0,225	0,581	0,81	0,070	0,722	0,233	0	0,150	0,113	0,178	0,010
0,9989	11,27	4,118	3,286	3,168	0,269	1,251	0,95	0,094	0,832	0,068	0	0,085	0	0,402	0,023
0,9985	11,92	4,227	3,447	3,297	0,313	1,448	0,93	0,120	0,780	0,056	0	0,070	0	0,511	0,031
0,9977	7,66	2,650	1,853	1,740	0,183	0,719	0,91	0,090	0,797	0,409	0,221	0,061	0,139	0,044	0,017
des Rheingaues.															
0,9978	7,45	2,532	1,601	1,535	0,180	0,708	1,00	0,053	0,934	0,319	0,131	0,103	0,101	0,177	0,007
0,9984	6,40	1,970	1,160	1,050	0,150	0,773	0,92	0,088	0,810	0,383	0,238	0,103	0,068	0,084	0,015
0,9983	6,70	2,334	1,484	1,394	0,166	0,637	0,94	0,072	0,850	0,266	0,086	0,103	0,098	0,146	0,019
tal.															
0,9980	7,64	2,189	1,508	1,449	0,167	0,857	0,74	0,127	0,581	0,154	0	0,141	0,041	0,190	0,009
0,9983	7,43	2,866	2,230	2,086	0,211	0,852	0,78	0,115	0,636	0,158	0	0,132	0,053	0,217	0,010
0,9980	7,37	2,592	2,002	1,912	0,207	0,932	0,68	0,072	0,590	0,188	0	0,122	0,090	0,149	0,020
0,9949	9,05	2,543	1,758	1,693	0,136	0,879	0,85	0,052	0,785	0,248	0,098	0,081	0,083	0,190	—
0,9939	8,82	2,356	1,881	1,786	0,219	0,923	0,57	0,076	0,475	0,143	0	0,122	0,045	0,133	0,036
0,9941	8,69	2,313	1,798	1,693	0,215	0,786	0,62	0,084	0,515	0,158	0	0,103	0,075	0,103	0,028
0,9936	9,30	1,611	1,154	1,061	0,139	0,899	0,55	0,074	0,457	0,120	0	0,103	0,038	0,188	0,023

No.	Gemarkung	Lage (Gewann)	Bodenart	Traubensorte	Zeit der Lese 1901
					IV. Moseltal und
21	Canzem (Saar)	Berg	Schiefer	Riesling	19. Okt.
22	Winterich	Gut Geierslay	„	„	16. „
23	Wittlich (Liesertal)	Knuth	„	Riesling und Elbling	11.—23. Okt.
24	„	Portnersberg	„	Riesling, Elbling und Sylvaner	„
25	„	„	„	Riesling und Burg.	„
26	Zeltingen	Burg	„	Riesling	25. Okt.
					V. Ostdeutsches
27	Grünberg	—	Sand	Gutedel und Sylv.	15. Okt.
28	„	—	„	Spätburg. und Blauschönedel[4])	15. „
29	„	—	„	Sylv. und Gelbschönedel	—
30	Padligar, Kreis Züllichau-Schwiebus	Südabhang	Sandiger Lehm	Gemischt[5])	12. Okt.
31	„	„	„	„[6])	12. „
32	Radewitsch, Kreis Züllichau-Schwiebus	Südlehne	„	„[7])	7.—10. Okt.
					b) Rot-
33	Assmannshausen	—	Schiefer	Spätburgunder	—
34	Unkel	Berg	Basalt	„	25. Sept.–6. Okt.
35	Gau-Algesheim	„	Kalk und Letten	Frühburgunder	—
36	Padligar, Kreis Züllichau	Südabhang	Sand und Lehm	Blauschönedel und Kurzrot	17. Okt.
37	Radewitsch, Kreis Züllichau	Südlehne	„	Burgunder und Kurzrot	7.—10. Okt.
					c) Weine fremder
					I. Rhein-
38	Dolgesheim	—	Kalkboden	Meist Sylvaner	12.—18. Okt.
39	Oppenheim	Goldberg	„	Sylvaner	6. Okt.
					II. Unter-
40	Würzburg	Schalksberg	Wellenkalk	Meist Sylvaner	28. Okt.
41	„	Stein	„	„ „	28. „
42	„	Lindlesberg	„	„ „	—
					III. Rhein-
43	Deidesheim	Kieselberg	Schwerer Lehm	Riesling	3. Okt.
44	Dürkheim	Spielberg	„ „	Franken	7. „
					IV. Württem-
45	Weikersheim	Karlsberg	Muschelkalk und sand. Lehm	Sylv. und Gutedel[8])	17. u. 18. Okt.
46	„	„	„	„[8])	„
47	„	„	„	Süssrot[7])	16. Okt.
48	„	Schmecker	Schwerer Lehm	Sylv. und Gutedel[8])	22. „

Spez. Gewicht bei 15°	Alkohol	Extrakt[1])	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren	Extraktrest nach Abzug der Gesamtsäure	Mineral-bestandteile	Glyzerin	Gesamtsäure	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Gesamt-Weinsäure	Freie Weinsäure	Weinstein	An alkalische Erden gebundene Weinsäure	Zucker	Schwefelsäure (SO_3)
	g in 100 ccm														
Nebenflüsse.															
1,0019	7,44	3,250	2,153	2,020	0,190	0,874	1,23	0,106	1,097	0,334	0,146	0,056	0,143	0,377	0,013
0,9972	7,53	1,820	1,124	1,050	0,136	0,760	0,77	0,059	0,696	0,203	0,038	0,155	0,041	0,196	0,013
0,9985	6,58	2,360	1,419	1,360	0,191	0,605	1,00	0,047	0,941	0,304	0,049	0,132	0,150	0,094	—
0,9976	6,47	2,081	1,174	1,111	0,162	0,581	0,97	0,050	0,907	0,360	0,113	0,122	0,150	0,062	—
0,9978	6,74	2,345	1,405	1,355	0,172	0,595	0,99	0,040	0,940	0,326	0,101	0,122	0,128	0,086	—
0,9982	7,03	2,632	2,075	1,982	0,201	0,860	0,65	0,074	0,557	0,176	0	0,127	0,075	0,168	0,017
Weinbaugebiet.															
0,9925	9,04	2,096	1,666	1,566	0,174	0,939	0,53	0,080	0,430	0,214	0	0,132	0,105	0,086	—
0,9938	8,96	2,472	1,942	1,802	0,147	1,297	0,67	0,112	0,530	0,296	0,169	0,038	0,098	0,096	—
0,9934	8,90	2,230	1,725	1,670	0,223	0,741	0,56	0,044	0,505	0,229	0,064	0,160	0,038	Spuren	0,026
0,9940	7,83	1,743	1,143	1,043	0,186	0,638	0,70	0,120	0,600	0,236	0,086	0,141	0,038	0,117	0,016
0,9927	9,27	2,203	1,619	1,543	0,212	0,791	0,66	0,061	0,584	0,169	0,004	0,085	0,098	0,107	0,024
0,9921	9,02	1,948	1,334	1,238	0,160	0,580	0,71	0,077	0.614	0,244	0,045	0,122	0,101	0,064	0,007
weine.															
0,9984	7,97	2,880	2,430	2,320	0,319	0,865	0,56	0,088	0,450	0,180	0	0,226	0	0,166	0,027
0,9970	8,67	2,914	2,434	2,284	0,222	0,763	0,63	0,120	0,480	0,180	0	0,197	0,016	0,132	—
0,9923	9,02	2,484	2,037	1,724	0,296	0,955	0,76	0,250	0,447	0,150	0	0,188	0	0,100	0,031
0,9948	8,91	2,372	1,872	1,722	0,211	0,787	0,65	0,120	0,500	0,272	0,130	0,132	0,038	0,108	0,020
0,9966	9,27	2,854	2,124	2,064	0,338	0,897	0,79	0,048	0,730	0,199	0	0,249	0	0,236	0.017
Weinbaugebiete.															
hessen.															
0,9957	6,34	1,820	0,991	0,940	0,321	0,411	0,88	0,041	0,829	0,041	0	0,052	0	Spuren	0,022
0,9958	7,64	2,414	2,023	1,854	0,303	0,761	0,56	0,135	0,391	0,158	0	0,197	0	„	0,013
franken.															
1,0010	6,34	2,924	2,364	2,234	0,243	0,896	0,69	0,104	0,560	0,131	0	0,166	0	0,126	0,011
0,9983	7,94	3,065	2,530	2,425	0,281	0,732	0,64	0,084	0,535	0,088	0	0,110	0	0,135	0,018
0,9982	7,36	2,769	2,100	1,969	0,236	0,870	0,80	0,105	0,669	0,208	0	0,165	0,077	0,049	0,018
pfalz.															
1,0033	10,59	5,000	3,918	3,810	0,445	1,222	1,19	0,086	1,082	0,090	0	0,113	0	0,320	0,037
1,0054	9,45	5,245	4,174	4,095	0,461	1,249	1,15	0,063	1,071	0,090	0	0,113	0	0,255	0,024
berg.															
0,9973	6,73	2,283	1,511	1,373	0,188	0,869	0,91	0,110	0,772	0,285	0,045	0,141	0,128	0,137	0,011
0,9999	7,12	2,925	2,120	1,995	0,222	1,089	0,93	0,100	0,805	0,214	0	0,177	0,072	0,165	0,013
0,9993	7,87	2,960	2,093	2,000	0,155	0,918	0,96	0,074	0,867	0,431	0,289	0,056	0,098	0,180	0,022
0,9962	7,19	2,140	1,558	1,490	0,186	0,531	0,65	0,054	0,582	0,248	0,015	0,188	0,083	0,089	0,024

No.	Gemarkung	Lage (Gewann)	Bodenart	Traubensorte	Zeit der Lese 1901
					V. Elsass-
49	Bourdonnaye (Lothr.)	Marimont	Lehm, Ton	Sylvaner	20. Sept.
50	"	"	"	Burgunder[2])	4. Okt.
51	Boersch (Unt. Els.)	St. Leonhardt	Sand u. Ton	Pinot u. Traminer[2])	2.—12. Okt.
52	"	"	"	Sylv. u. Knipperle	"
					VI. Sonstige
53	Erbstadt Kr. Hanau	Schloss Naumburg	Roter Tonschiefer	Riesling	Ende Oktober

[1]) Der 0,1 g in 100 ccm übersteigende Zuckergehalt ist in Abzug gebracht worden.
[2]) Rotweintrauben, weiss gekeltert.
[3]) Alter Weinberg.
[4]) Junger Weinberg.
[5]) Riesling, Elbling und Gelbschönedel.

2. Bayern.

A. Unterfranken und Aschaffenburg.

Bericht der landwirtschaftlichen Kreisversuchsstation Würzburg. **Dr. Th. Omeis.**

Die untersuchten 44 Proben 1900er Jungweine (Weissweine) zeigten hinsichtlich ihres Gehaltes an Alkohol, Extrakt, freier Säure und Mineralstoffen nachfolgende Minimal- und Maximalzahlen:

	Minimum g in 100 C. Wein		Maximum g in 100 C. Wein	
Alkohol	3,69		9,78	
Extrakt	1,612	(geringeres Gewächs)	3,999	(beste Lagen)
Freie Säure	0,420		1,024	
Mineralstoffe	0,132		0,336	

Der 1900er kann charakterisiert werden als milder Mittelwein, der sich im allgemeinen gut ausbaute.

Da die Bekämpfung der Peronospora viticola behördlicherseits angeordnet war, so wurden Schädigungen durch diese Krankheit nicht mehr in dem Masse konstatiert wie früher. Der schädliche Einfluss der Blattfall-Krankheit auf die Reife ist bekannt, und konnte Berichterstatter bei seinen vergleichenden Versuchen im Versuchsweinberge bei den Mösten von nicht gespritzten Rebstöcken einerseits und mit Kupferbrühe gespritzten anderseits einen Unterschied zugunsten der letzteren von ca. 10° Öchsle konstatieren. Unter ungünstigeren Verhältnissen kann natürlich auch ein wesentlich grösserer Unterschied in der Qualität des Mostes eintreten.

Spez. Gewicht bei 15°	Alkohol	Extrakt¹)	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren	Extraktrest nach Abzug der Gesamtsäure	Mineral-bestandteile	Glyzerin	Gesamtsäure	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Gesamt-Weinsäure	Freie Weinsäure	Weinstein	An alkalische Erden gebundene Weinsäure	Zucker	Schwefel-säure (SO_3)
	g in 100 ccm														
Lothringen.															
0,9985	6,53	2,343	1,558	1,453	0,238	0,552	0,89	0,084	0,785	0,326	0	0,371	0,030	0,137	0,035
1,0022	7,57	2,620	2,098	1,910	0,445	0,800	0,71	0,150	0,522	0,143	0	0,179	0	0,350	0,038
0,9947	7,15	1,754	1,110	1,004	0,175	0,799	0,75	0,085	0,644	0,259	0,019	0,179	0,098	0,075	0,009
0,9953	6,32	1,504	0,883	0,774	0,160	0,620	0,73	0,087	0,621	0,278	0	0,169	0,143	0,065	0,005
Weissweine.															
0,9962	8,60	1,729	0,900	0,789	0,173	0,977	0,94	0,089	0,829	0,206	0,086	0,038	0,090	0,038	0,009

¹) Burgunder, Champagnertrauben und Traminer.
²) Elbling, Riesling und Traminer.
³) Nur gesunde Trauben.
⁴) Nur faule Trauben.

Die mitunter von den Spritzgegnern ins Feld geführte Behauptung: durch das Spritzen der Rebstöcke mit Kupferbrühe zum Zwecke der Bekämpfung der Peronospora gelangen in den Wein gesundheitsschädliche Mengen Kupfer, wurde durch neuerliche im Auftrage des K. bayer. Staatsministeriums angeordnete eingehende Versuche des Berichterstatters vollständig entkräftet, indem auch diese Untersuchungen den Beweis erbrachten, dass — wenn vorschriftsmässig gespritzt wird — durch das Spritzen (mit 1 bis 2 prozentigen Kupferbrühen) in den süssen Most nur ganz verschwindend kleine Mengen (Berichterstatter konstatierte pro 1 Liter 0,001—0,003 g) gelangen, die bei der Gärung durch Ausscheidung vollständig oder doch beinahe vollständig aus dem Weine verschwinden, so dass höchstens nur Spuren (Berichterstatter konstatierte im Maximum etwa 0,00005 g pro 1 Liter) Kupfer im Weine verbleiben, Spuren, die auch in nicht gekupferten Weinen gefunden werden.

Wenn auch eine Anzahl Jungweine relativ hohe Säurezahlen zeigte, so schwächten sich dieselben infolge freiwilliger Säureverminderung während des weiteren Lagerns doch vielfach wesentlich ab; bei zahlreichen Weinen hat aber die Säureverminderung innerhalb des ersten Jahres nicht in gewünschtem Masse stattgefunden, sodass vielfach ein Produkt resultierte, welches den Anforderungen des Weintrinkers nicht entsprach. Durch die künftige Statistik soll die Erscheinung der freiwilligen Säureverminderung eingehender studiert werden, da sie für die Frage der rationellen Weinverbesserung im Sinne des § 2 Absatz 4 des Weingesetzes vom 24. Mai 1901 von einschneidender Bedeutung ist.

Hinsichtlich des Extrakt- und Aschengehaltes bewegten sich die untersuchten 1900er Weine innerhalb der „normalen“ Grenzen, wenn auch damit nicht gesagt sein soll, dass im Jahre 1900 nicht doch auch in gewissen Gegenden Wein gewachsen

ist, der sich speziell hinsichtlich seines Aschengehaltes unter der vom Bundesrate für verbesserte Weine normierten untersten Grenze (0,13 %) befand. — Sehr nahe an der untersten Grenze 0,130% befand sich 1 Wein (No. 33 der Tabelle), welcher nur 0,132 % Asche (bei 1,612 % Extrakt) zeigte. Dieser Wein zeigte zugleich auch eine abnorm niedere Zahl für die beiden sog. Extraktreste, denn der Extrakt weniger rfeie Säure betrug nur 0,748 %, der Extrakt weniger nichtflüchtige Säure 0,792 %; es sind dies Zahlen, die sich beide wesentlich unter den vom Bundesrate für verbesserte Weine normierten Grenzen 1,0 bezw. 1,1 % befinden, eine Erscheinung, welche schon in früheren Jahrgängen (insbesondere 1894 und 1899) konstatiert wurde.

Aschenarmut, sowie geringe Extraktreste scheinen für die Weine gewisser Gemarkungen charakteristisch zu sein, und wäre es interessant, durch Versuche an Ort und Stelle die Ursache dieser abnormen Erscheinung zu ergründen.

Weine des

No.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Art der Düngung	Beobachtete Schädlinge oder Krankheiten der Reben	Angewandte Gegenmittel	Zeit der Lese
1	Würzburg	Stein[2])	Muschelkalk	Gemischt	Stalldünger	0	mit Kupferbrühe 2mal gespritzt	6.—12. Okt.
2	„	„ [3])	„	„	1898 „	0	„	6.—10. Okt.
3	„	Schalksberg[2])	„	„	Stalldünger	0	„	6.—12. Okt.
4	„	Lindlesberg[3])	„	„	„	0	„	„
5	Zell	Oberzellerberg[3])	„	„	1897 „	0	„	29. Okt. bis 6. Nov.
6	Erlabrunn	Hüttental und Neuberg (Südlage)	„ und Buntsandstein	40 % Sylv., 40 % Elblg., 10% Gutedel, 10% Portug.	1900 „	Peronospora	„	22.—25. Okt.
7	„	Böllerstal (Ostlage)	„	60 % Elblg., 30% Sylv., 10 % Gutedel	1900 „	„	„	22. Okt.
8	Heidingsfeld	Kirchberg	Muschelkalk	Sylv. u. Elbling	1898 „	—	—	Ende Okt.
9	„	Katzenberg	„	„	1897 „	0	gespritzt	„
10	Randersacker	Pfülben[3])	„	Gemischt	1896 „	0	2mal gespr.	22.—23. Okt.
11	Kitzingen	Rosenberg	Keuper	Vorwieg. Sylv.	Stalldünger	0	„	15. Okt.
12	„	Winterleite	„	„	„	0	—	„
13	Dettelbach	Berg	Muschelkalk	Gemischt	1896 „	0	—	23. Okt.
14	„	Matten	„ (lettig)	„	1895 „	Peronospora	mit Kupfersoda gespr.	25. „
15	Rödelsee	Küchenmeister[3])	Keuper mit Gips	Gemischt, vorwieg. Sylv.	1898 „	0	„	5. Nov.

[1]) Der Zuckergehalt übersteigt in keinem Falle 0,1 g in 100 ccm.
[2]) Nach dem 2. Abstiche.
[3]) „ „ 3. „

Im übrigen gaben die analytischen Zahlen der 1900er Weine, wie auch die der vorhergehenden Jahrgänge, keinen Anlass zu Bedenken bezüglich der vom Bundesrate für verbesserte Weine normierten Grenzen.

Bezüglich des sog. „Säurerestes" möchte Berichterstatter noch erwähnen, dass weder im Jahrgange 1900, noch in den vorhergehenden Jahrgängen 1898 und 1899, deren Weine gleichfalls nach dieser Richtung hin untersucht wurden, Weine mit weniger als 0,3 g Säurerest beobachtet worden sind; trotzdem halte ich es nicht für opportun, auf Grund der bis jetzt vorliegenden Analysen eine diesbezügliche bestimmte Zahl als unterste Grenze zu normieren; meines Erachtens müsste zunächst noch wesentlich mehr Belegmaterial gesammelt werden, ehe zu der Frage der Einführung einer Minimalzahl für den „Säurerest" definitiv Stellung genommen werden kann.

Jahres 1900.

Art der Fäule	Schwefelung	Spez. Gewicht bei 15°	Alkohol (g in 100 ccm)	Extrakt¹) (g in 100 ccm)	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren (g in 100 ccm)	Extraktrest nach Abzug der freien Säuren (g in 100 ccm)	Mineralbestandteile (g in 100 ccm)	Glyzerin (g in 100 ccm)	Freie Säuren (g in 100 ccm)	Nichtflüchtige Säuren (g in 100 ccm)	Gesamtweinsäure (g in 100 ccm)	Freie Weinsäure (g in 100 ccm)	Säurerest (g in 100 ccm)	Phosphorsäure (P_2O_5) (g in 100 ccm)	Alkalinität der Asche in ccm Normallauge	Auf 100 Teile Alkohol kommen Teile Glyzerin
0	2 mal	0,9987	9,78	3,996	3,455	3,387	0,336	1,026	0,609	0,541	0,055	0	0,514	0,051	1,57	10,49
beginnende Edelfäule	3 mal	0,9960	8,63	2,728	2,274	2,219	0,224	0,998	0,509	0,454	0,105	0	0,414	0,038	2,13	11,58
0	2 mal	0,9963	8,00	2,572	2,063	2,010	0,242	0,834	0,562	0,509	0,143	0	0,438	0,033	1,85	10,42
0	2 mal	0,9966	7,26	2,366	1,851	1,798	0,266	0,652	0,568	0,515	0,170	0	0,430	0,040	2,13	8,98
—	3 mal	0,9965	7,19	2,316	1,836	1,772	0,196	0,810	0,544	0,480	0,229	0	0,365	0,028	2,28	11,26
etwas Sauerfäule	1 mal vor d. Herbst	0,9980	5,32	1,826	1,143	1,116	0,140	0,400	0,710	0,683	0,341	0,099	0,464	0,029	1,60	7,52
"	1 mal 8 Tage vor d. Füllen	0,9977	5,20	1,810	1,108	1,076	0,166	0,397	0,784	0,702	0,316	0,0014	0,544	0,029	2,09	7,63
—	—	0,9998	6,59	2,834	1,961	1,899	0,224	0,654	0,935	0,873	0,205	0	0,771	0,024	1,61	9,92
—	1 mal	0,9980	6,02	2,182	1,501	1,448	0,168	0,630	0,734	0,681	0,217	0	0,573	0,020	1,65	10,46
beginnende Edelfäule	3 mal	0,9945	8,70	2,550	2,053	1,970	0,210	0,733	0,580	0,497	0,173	0	0,411	0,038	1,89	8,42
0	1 mal	0,9997	5,20	2,342	1,691	1,596	0,248	0,434	0,746	0,651	0,229	0	0,537	0,034	2,09	8,34
0	2 mal	0,9995	4,53	1,898	1,168	1,093	0,218	0,322	0,805	0,730	0,294	0,081	0,624	0,036	1,42	7,10
—	2 mal	0,9981	5,57	2,042	1,610	1,515	0,258	0,432	0,527	0,432	0,241	0	0,312	0,047	2,52	7,75
—	2 mal	0,9980	5,70	2,038	1,594	1,499	0,249	0,461	0,539	0,444	0,226	0	0,331	0,043	2,40	8,87
—	3 mal	0,9933	9,42	2,376	1,917	1,867	0,226	0,847	0,509	0,459	0,182	0	0,368	0,034	2,01	8,99

No.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Art der Düngung	Beobachtete Schädlinge oder Krankheiten der Reben	Angewandte Gegenmittel	Zeit der Lese
16	Eibelstadt	Altenberg	Muschelkalk (lettig)	Elbling u. Sylvaner	1893 Stalldgr. u. 1899 Thomasmehl	0	2 mal gespr.	18. Okt.
17	„	Neuebrücht	Alluvium (Kalksand)	„	1898 Stalldgr. u. Gips	0	—	20. „
18	Röttingen	Sommerlage	Keuper	Sylv. u. Gutedel	1900 Stalldgr.	0	2 mal gespr.	11. „
19	„	Winterlage	„	Gemischt	„	0	„	11. „
20	Bullenheim	am Roth	Gipskeuper	Sylvaner	Stalldünger	—	—	24. „
21	„	Simonsberg	„	„	„	—	—	24. „
22	Fahr	Mönchsberg	Muschelkalk	Sylv. u. Elbling	1898 „	Peronospora	2 mal gespr.	18. „
23	„	Wurmberg	„	„	1896 „	„	„	20. „
24	Escherndorf	Unterer Berg	„	Gemischt	1899 „	„	„	Ende „
25	„	Lumpen	„	Gem. vorh. Sylv.	1900 „	„	„	„ „
26	Castell	Grübert	Keuper (mit Gipsbänken)	Sylvaner	1898—1900 je ⅓ der Fläche mit Stalldgr.	0	„	24. „ bis 3. Nov.
27	„	Oefelein	Keuper	„	1899 Stalldgr	0	„	16. Okt.
28	Schweinfurt	Mainleite	„	Gem. meist Sylv.	Seit 30 Jahren kein Dünger; jedoch zeitweise Erdboden aufgebracht	—	—	18. „
29	„	Lethleite	„ (kalkig)	Sylvaner	Stalldünger	0	2 mal gespr.	Mitte „
30	Karlstadt	Stein	Muschelkalk (steinig. Bod.)	Sylv. u. Gutedel	1892 „	0	—	Ende „
31	„	Kalbenstein	Muschelkalk	½ Sylvaner u. ½ Gutedel	1899 „	0	—	„ „
32	Retzbach	Verschiedene Lag. I. Qual.	„	Gemischt	—	Peronospora	gespritzt u. geschwefelt	„ „
33	„	Verschiedene Lag. III. Qual.	„	„	—	„	„	„ „
34	Retzstadt	Wurmberg	„	Sylvaner	1897 Stalldgr.	—	—	29. „
35	„	Becken u. Eberstbal	„	Elbling u. Sylv.	1898 „	—	—	30. „
36	Euerdorf	Berg	Buntsandstein	Sylv., Muskat., Riesling	Stalldünger	—	—	Okt.
37	„	Unterer Berg	„ (kiesig)	Sylvaner	„	0	—	„
38	Homburg	Kallmuth	Muschelkalk	„	1898 „	0	gespritzt u. geschwefelt	Ende Okt.
39	Kreuzwertheim	Reutberg	Buntsandstein	Sylv. u. Elbling	1899 „	0	„	„ „
40	Miltenberg	Steige I. Probe	„	Riesling, Gutedel	1899 „	0	—	„ „
41	„	„ II. „	„	Gutedel, Rieslg., Traminer	Stalldünger	0	—	„ „
42	Klingenberg	Mittlere Lage	„	Elbling, Rieslg., etwas Gutedel	1900 kein Stalldünger	etwas Peronospora	mit Kupferzucker-Kalkbrühe gespr.	18. „
43	„	Obere „	„	Sylv., Elbling	„	„	„	18. „
44	Hörstein	Abtsburg	Gneis	Riesling	Alle 3 Jahre Stalldünger	0	gespritzt	Anf. Nov.

[1]) Der Zuckergehalt übersteigt in keinem Falle 0,1 g in 100 ccm.

Art der Fäule	Schwefelung	Spez. Gewicht bei 15°	Alkohol	Extrakt[1])	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren	Extraktrest nach Abzug der freien Säuren	Mineralbestandteile	Glyzerin	Freie Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Gesamtweinsäure	Freie Weinsäure	Säurerest	Phosphorsäure (P_2O_5)	Alkalinität der Asche in ccm Normallauge	Auf 100 Teile Alkohol kommen Teile Glyzerin
			g in 100 ccm													
—	—	0,9939	8,21	2,004	1,453	1,418	0,140	0,751	0,586	0,551	0,291	0,043	0,384	0,026	1,65	9,14
—	—	0,9960	6,67	1,910	1,164	1,140	0,152	0,594	0,770	0,746	0,267	0,007	0,606	0,024	1,73	8,92
0	—	0,9960	7,26	2,264	1,710	1,667	0,252	0,761	0,597	0,554	0,161	0	0,474	0,051	2,13	10,48
Bei den schwarzen Trauben Schimmelbildg.	—	0,9964	7,19	2,890	1,555	1,532	0,244	0,700	0,858	0,835	0,259	0,010	0,701	0,05	1,65	9,73
—	—	0,9976	7,12	2,890	1,515	1,484	0,230	0,726	0,906	0,875	0,158	0	0,796	0,035	2,09	10,19
—	—	0,9966	7,39	2,270	1,450	1,417	0,228	0,623	0,853	0,820	0,217	0	0,712	0,040	2,19	8,43
Sauerfäule	—	0,9979	6,47	2,164	1,489	1,424	0,150	0,500	0,740	0,675	0,232	0,037	0,540	0,025	1,50	7,72
„	—	1,0026	4,17	2,166	1,248	1,219	0,158	0,349	0,947	0,918	0,345	0,167	0,662	0,028	1,18	8,36
—	1 mal	0,9967	9,63	3,254	2,736	2,686	0,802	1,047	0,568	0,518	0,084	0	0,476	0,037	1,50	10,43
—	„	0,9984	6,40	2,464	1,481	1,440	0,182	0,512	1,024	0,983	0,235	0	0,865	0,021	1,81	8,00
—	—	0,9970	8,56	2,810	2,150	2.100	0,210	0,880	0,710	0,660	0,235	0	0,543	0,025	1,93	10,28
—	—	0,9980	6,47	2,264	1,737	1,660	0,212	0,646	0,604	0,527	0,185	0	0,435	0,039	1,81	9,99
—	—	0,9966	8,28	2,684	2,024	1,985	0,298	0,079	0,699	0,660	0,119	0	0,601	0,044	1,73	11,82
—	—	0,9969	6,86	2,064	1,466	1,419	0,208	0,713	0,645	0,598	0,175	0	0,511	0,025	1,97	10,39
0	—	0,9962	6,86	1,932	1,310	1,269	0,188	0,636	0,663	0,622	0,182	0	0,531	0,023	1,97	9,27
0	—	0,9978	5,89	1,932	1,198	1,127	0,222	0,558	0,805	0,734	0,182	0	0,644	0,027	2,36	9,47
etwas Sauerfäule	1 mal	0,9993	4,71	1,704	1,142	1,076	0,149	0,494	0,628	0,562	0,259	0,016	0,424	0,028	1,61	10,49
„	„	1,0008	3,69	1,612	0,792	0,748	0,132	0,322	0,864	0,820	0,380	0,220	0,520	0,028	1,06	8,72
—	—	0,9963	7,33	2,122	1,500	1,471	0,158	0,752	0,651	0,622	0,200	0	0,522	0,020	1,57	10,26
—	—	0,9965	6,40	1,900	1,252	1,184	0,150	0,527	0,716	0,648	0,247	0,034	0,507	0,019	1,42	8,23
—	1 mal	0,9989	5,14	2,050	1,446	1,369	0,254	0,558	0,681	0,604	0,197	0	0,505	0,047	1,89	10,85
—	„	0,9992	5,51	2,046	1,362	1.264	0,252	0,484	0,782	0,684	0,176	0	0,596	0,050	1,97	8,78
—	„	0,9960	7,80	2,382	2,015	1,962	0,282	0,742	0,420	0,367	0,117	0	0,308	0,033	2,24	9,51
—	„	0,9952	7,53	2,012	1,565	1,515	0,242	0,541	0,497	0,447	0,164	0	0,365	0,029	1,93	7,18
—	„	0,9984	5,20	1,914	1,405	1,346	0,266	0,601	0,568	0,509	0,205	0	0,406	0,048	1,97	11,17
0	„	1,0016	4,53	2,492	1,998	1,906	0,262	0,393	0,586	0,494	0,196	0	0,396	0,032	1,93	8,65
0	—	0,9984	5,38	1,980	1,270	1,222	0,194	0,622	0,758	0,710	0,227	0	0,596	0,038	1,77	11,56
0	—	0,9979	5,83	2,056	1,426	1,399	0,236	0,687	0,657	0,630	0,185	0	0,537	0,038	2,24	11,78
—	2 mal	0,9977	7,33	2,556	1,928	1,893	0,290	0,787	0,663	0,628	0,114	0	0,571	0,064	1,85	10,73

Ältere Weine aus

No.	Gemarkung	Lage	Flüchtige Säuren	Freie schweflige Säure[1] (SO_2)	Gesamt-schweflige Säure (SO_2)	Schwefelsäure (SO_3)
			g in 100 ccm			
1	Würzburg	Stein	0,0857	0,00076	0,0161 [1])	0,0315
2	"	"	0,0666	—	0,00630 [2])	0,0411
3	"	Schalksberg	0,0785	—	0,0147 [2])	0,0295

[1]) Titriert. [2]) Gewichtsanalytisch.

B.

Bericht der landwirtschaftlichen Kreis-

Weine des

No.	Gemarkung	Traubensorte	Bodenart	Spez. Gewicht bei 15°	Alkohol	Extrakt[1])	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren	Extraktrest nach Abzug der freien Säuren
1	Herxheim a. Berg	—	Ton mit Kies untermischt	0,9963	10,87	3,35	2,66	2,59
2	" " "	—	Kalkboden	0,9969	10,99	3,59	2,77	2,71
3	" " "	—	Lehmboden	0,9952	9,96	2,82	2,07	2,01
4	Bayerfeld-Steckweiler	—	—	0,9950	8,39	2,14	1,66	1,61
5	Dielkirchen, Alsenzthal	—	—	0,9954	7,84	2,25	1,79	1,74
6	Ungstein	bessere Lage	—	0,9954	11,16	3,87	2,75	2,66
7	-	mittlere Lage	—	0,9955	11,50	3,52	2,80	2,72
8	—	geringere Lage	—	0,9953	9,87	3,02	2,55	2,46

[1]) Der 0,1 g in 100 ccm übersteigende Zuckergehalt ist in Abzug gebracht worden.

3. Württem-

a) Bericht des Chemischen Laboratoriums der Kgl.

Moste des

Die Proben stammen grösstenteils aus herrschaftlichen Weingütern und wurden man die zur Aufnahme der Moste bestimmten leeren Flaschen vor dem Abgang an gelangten 12 Weinmoste. Die Resultate der Untersuchungen sind in nachstehender Gewächse, sowie über die verwendeten Traubensorten Aufschluss gibt.

Die untersuchten 1900er Weinmoste unterscheiden sich von denjenigen des gehalt. Während die Weinmoste des Vorjahrs 14,72—18,98 % Zucker und 10,3—16,0 ‰ 14,38 % Zucker ausgenommen — 16,38—21,80 % Zucker und 8,5—11,4 ‰ Säure auf.

No.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Art der Düngung	Farbe	Beobachtete Schädlinge oder Krankheiten der Reben
1	Thalheim	südlich, südwestlich, Berglage	Ton	weiss Riesling und Sylvaner	Stalldünger	weiss	wenig Schädlinge

dem Jahre 1897.

No.	Gemarkung	Lage	Flüchtige Säuren	Freie schweflige Säure¹) (SO_2)	Gesamt-schweflige Säure (SO_2)	Schwefelsäure (SO_3)
			g in 100 ccm			
4	Randersacker	Pfülben	0,0857	0,00115	0,0161 ¹)	0,0315
5	,,	,,	0,0524	—	0,0164 ²)	0,0281
6	Zell	Oberzeller Berg	0,0714	0,00028	0,0028 ¹)	0,0302
7	Rödelsee	Berg	0,0690	0,00032	0,0088 ¹)	0,0223

Pfalz.

versuchsstation Speyer. Prof. Dr. **Halenke.**

Jahres 1900.

Mineral-bestandteile	Glycerin	Freie Säuren	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Gesamt-Weinsäure	Freie Weinsäure	Weinstein	Säurerest	Zucker	Phosphorsäure (P_2O_5)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Alkalinität der Asche in ccm Normal-Lauge	Auf 100 Teile Alkohol kommen Teile Glycerin
g in 100 ccm														
0,283	0,97	0,76	0,06	0,69	0,088	0	0,109	0,64	0,28	0,033	0,013	0,022	2,83	8,94
0,271	1,16	0,88	0,06	0,82	0,096	0	0,120	0,75	0,29	0,028	0,016	0,023	2,32	10,58
0,241	0,77	0,81	0,05	0,75	0,157	0	0,197	0,66	0,13	0,025	0,017	0,024	1,96	7,70
0,204	0,58	0,53	0,04	0,48	0,171	0	0,214	0,39	0,13	0,029	—	—	1,70	7,00
0,188	0,56	0,51	0,04	0,46	0,167	0	0,209	0,36	0,14	0,025	—	—	1,65	7,20
0,324	0,94	0,71	0,077	0,62	0,052	0	0,065	0,59	0,09	—	—	—	2,90	8,4
0,342	1,01	0,80	0,067	0,72	0,045	0	0,059	0,69	0,12	—	—	—	2,70	8,8
0,256	0,86	0,56	0,074	0,47	0,045	0	0,059	0,45	0,08	—	—	—	2,10	8,7

berg.

Württembergischen Zentralstelle für Gewerbe und Handel.

Jahres 1900.

als Weinmoste eingeliefert. Um ein Vergären der letzteren zu vermeiden, versetzte ihre Bestimmungsorte mit je 5—6 Tropfen Senföl. Zur chemischen Untersuchung Tabelle enthalten, welche neben dem chemischen Befund auch über den Ursprung der

Jahres 1899 sowohl durch ihren höheren Zucker-, als auch durch den niedrigeren Säure-Säure enthielten, weisen die 12 untersuchten 1900er Weinmoste — Probe Nr. 5 mit

Angewandte Gegenmittel	Zeit der Lese	Art der Fäule	Spez. Gewicht (Grade Oechsle)	Extrakt nach der amtlichen Extrakt-Tabelle berechnet	Extrakt nach der Extrakt-Tabelle von Halenke u. Möslinger berechnet	Zucker	Freie Säure	Mineral-bestandteile	Phosphorsäure (P_2O_5)	Schwefelsäure (SO_3)	Proz. i. d. Asche Phosphorsäure (P_2O_5)	Proz. i. d. Asche Schwefelsäure (SO_3)	Polarisation (Wentzke Soleil) 200 mm Rohr bei 15°C.
				g in 100 ccm									
2 mal mit Kalk und Kupfervitriollösung bespritzt und geschwefelt	13. Okt.	Sauer- und Edelfäule	76,0	19,73	19,99	17,74	0,858	0,246	0,029	0,016	11,79	6,50	22,8

No.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Art der Düngung	Farbe	Beobachtete Schädlinge oder Krankheiten der Reben
2	Thalheim	süd-westlich	Lehm	Clevner	Stalldünger	schiller	wenig Peronospora und Oidium Tuckeri
3	Beihingen und Hoheneck	südlich	Muschelkalk	Riesling, Sylvaner, Gutedel, Elbling, Trollinger	—	„	—
4	Schozach	südlich, Berglage	Lehm	schwarz Riesling	Thomasphosphatmehl	„	Sauerwurm
5	Kochersteinsfeld	südlich, Berglage	Muschelkalk und Lehm	Sylvaner, schwarz und weiss Riesling, Gutedel und Trollinger	Stalldünger	weiss	Peronospora vitic.
6	Verrenberg	südlich, Berglage	Keuper	schwarz Trollinger, Lemberger, Affenthaler, weiss Sylvaner, Riesling, Elbling	—	„	Peronospora
7	Hohenstein	süd-östlich	Muschelkalk	weiss Riesling	—	„	Peronospora vitic. und Oidium Tuckeri
8	Verrenberg	südlich, Berglage	Keuper	Sylvaner und Veltliner	—	„	Peronospora
9	Schozach	südlich, Berglage	Ton	schwarz Riesling	Thomasphosphatmehl und Kainit	schiller	—
10	Neipperg	südlich, hohe Lage	Keuper	Lemberger	—	rot	—
11	Kleinbottwar	südlich	„	weiss Sylvaner, Riesling und Veltliner	—	weiss	wenig Sauerwurm, Peronospora, Schimmel
12	„	südlich	„	Trollinger, Lemberger, Affenthaler, blaue Sylvaner	—	rot	wenig Sauerwurm, Peronospora, Schimmel

Moste des

Von den untersuchten Weinmosten des Vorjahrs unterscheiden sich die 1901er enthielten die hier untersuchten Weinmoste 14,38—21,80 % Zucker und 8,5—11,4 ‰ 7,8—11,8 ‰ beträgt.

Angewandte Gegenmittel	Zeit der Lese	Art der Fäule	Spez. Gewicht (Grade Oechsle)	Extrakt nach der amtlichen Extrakt-Tabelle berechnet (g in 100 ccm)	Extrakt nach der Extrakt-Tabelle von Halenke u. Möslinger berechnet (g in 100 ccm)	Zucker (g in 100 ccm)	freie Säure (g in 100 ccm)	Mineralbestandteile (g in 100 ccm)	Phosphorsäure (P_2O_5) (g in 100 ccm)	Schwefelsäure (SO_3) (g in 100 ccm)	Proz. i. d. Asche: Phosphorsäure (P_2O_5)	Proz. i. d. Asche: Schwefelsäure (SO_3)	Polarisation (Ventzke Soleil) 200 mm Rohr bei 15°C.
2 mal bespritzt und geschwefelt	15. Okt.	etwas Sauer- und Edelfäule	78,1	20,28	20,55	18,10	1,022	0,354	0,050	0,013	14,12	3,67	22,2
2 mal mit Kupferzuckerkalkpulver bestäubt und 2 mal geschwefelt	12./15. Okt.	—	81,2	21,10	21,37	19,68	0,962	0,311	0,041	0,012	13,18	3,86	22,7
mit Kupfervitriollösung bespritzt und 2 mal geschwefelt	16. Okt.	Edel- und Sauerfäule	88,2	22,93	23,23	21,55	1,137	0,242	0,031	0,011	12,81	4,55	23,8
mit Kupfervitriollösung und Kalk bespritzt und geschwefelt	16. Okt.	etwas Edelfäule	65,0	16,86	17,08	14,38	1,080	0,390	0,064	0,015	16,41	3,85	15,0
3 mal bespritzt	16./19. Okt.	Fäule	75,5	19,60	19,85	17,86	0,998	0,313	0,039	0,014	12,46	4,47	18,5
2 mal mit Kupfervitriollösung bespritzt und geschwefelt	18. Okt.	—	75,7	19,65	19,90	17,86	0,984	0,269	0,033	0,012	12,27	4,46	21,4
3 mal bespritzt	16./19. Okt.	Fäule	78,5	20,39	20,65	16,88	1,145	0,363	0,050	0,016	13,77	4,41	20,7
mit Kupfervitriollösung bespritzt und 2 mal geschwefelt	22. Okt.	Edel- und Sauerfäule	85,9	22,33	22,62	20,61	1,102	0,281	0,037	0,012	13,17	4,27	20,4
wiederholt bespritzt und geschwefelt	24./25. Okt.	Edel- und Sauerfäule	69,7	18,08	18,32	16,62	0,903	0,273	0,037	0,012	13,55	4,40	16,6
2 mal mit Bordeauxbrühe bespritzt und 3 mal geschwefelt	25. Okt.	Edelfäule	89,1	23,17	23,47	21,80	0,904	0,313	0,045	0,013	14,38	4,15	22,3
2 mal mit Bordeauxbrühe bespritzt und 3 mal geschwefelt	25. Okt.	—	82,9	21,54	21,82	20,23	0,925	0,298	0,036	0,010	12,08	3,34	21,5

Jahres 1901.

im allgemeinen durch ihren geringeren Gehalt an Zucker und Säure. Im Jahr 1900 Säure, während im Jahr 1901 der Zuckergehalt 14,83—17,34% und der Säuregehalt

No.	Gemarkung	Lage	Boden-art	Traubensorte	Art der Düngung	Farbe	Beobachtete Schädlinge oder Krankheiten der Reben
1	Schozach	südlich, Berglage	Lehm	schwarz Riesling	Thomas-phosphat-mehl, Kainit, Chilisalp.	rot	Sauerwurm
2	„	südlich, Berglage	Ton	„ „	Thomas-phosphat-mehl, Kainit, Chilisalp.	„	echter und falscher Meltau
3	Thalheim	süd-westlich	Lehm-boden	Clevner	—	„	Oidium und Peronospora
4	„	„	—	Riesling	—	weiss	Oidium und Peronospora
5	Nordheim	südlich, Berglage	Keuper	„	—	„	—
6	Heutings-heim-Klein-bottwar	—	—	—	—	„	—

b) Bericht des Laboratoriums des König-

Moste des

No.	Markung	Lage, Bodenart des Weinbergs	Etwa angewendeter Kunstdünger	Traubensorte	Aufgetretene Schädlinge
1	Mundelsheim	südliche Berglage	—	Sylvaner, Lemberger, Trollinger	teilweise Sauerwurm, Peronospora in geringem Grade
2	Maulbronn (Eilfingerberg)	südliche Lage, Mergelboden	Thomasmehl, Kainit	Sylvaner, Riesling, Gutedel	—
3	Kleinheppach	südwestl. Lage, Keuper	Thomasmehl, Kainit, Chilisalpeter	Grüne Sylvaner	Peronospora, Oidium (leicht)
4	Hohenhaslach	Mergelboden	—	„ „	—
5	„	„	—	Blaue Sylvaner	—
6	Stetten	südwestl. Lage, Keuper	Thomasmehl, Kainit, Chilisalpeter	Grüne Sylvaner	Peronospora, Oidium (beides sehr schwach)
7	Untertürkheim	südl. höhere Berglage, Lehmboden	—	„ „	Oidium (vereinzelt), Sauerwurm (dito)
8	„	südl. höhere Berglage, Ton-boden (Keuper)	—	Lemberger, blaue Sylvaner	Oidium (vereinzelt) Sauerwurm (dito)
9	Cannstatt	südwestl. Lage, Keupermergel	—	Grüne Sylvaner, Gutedel, Weisselbling	Sauerwurm (unbedeutend)

Angewandte Gegenmittel	Zeit der Lese	Art der Fäule	Spez. Gewicht (Grade Oechsle)	Extrakt berechnet nach der amtlichen Extrakt-Tabelle (g in 100 ccm)	Extrakt berechnet nach der Extrakt-Tabelle von Halenke u. Möslinger (g in 100 ccm)	Zucker (g in 100 ccm)	freie Säure (g in 100 ccm)	Mineral-bestandteile (g in 100 ccm)	Phosphorsäure (P_2O_5) (g in 100 ccm)	Schwefelsäure (SO_3) (g in 100 ccm)	Proz. i. d. Asche Phosphorsäure (P_2O_5)	Proz. i. d. Asche Schwefelsäure (SO_3)	Polarisation (Ventzke Soleil) 200 mm Rohr bei 15° C.
—	8. Okt.	Sauerfäule	73,4	19,05	19,30	15,50	1,18	0,878	0,022	0,011	5,82	2,91	10,6
wurden durch Anwendung der bekannten Mittel mit Erfolg bekämpft	17. Okt.	"	73,0	18,95	19,19	15,79	1,04	0,367	0,045	0,019	12,26	5,18	13,6
2 mal geschwefelt und gespritzt	14. Okt.	"	72,4	18,79	19,03	17,34	1,09	0,370	0,057	0,012	15,41	3,24	10,5
2 mal geschwefelt und gespritzt	18. Okt.	"	73,0	18,95	19,19	14,83	0,96	0,217	0,027	0,014	12,44	6,45	13,5
2—3 maliges Schwefeln und Spritzen	25. Okt.	—	67,2	17,43	17,66	15,26	0,78	0,243	0,021	0,010	8,64	4.12	8,6
—	21./26. Okt.	—	72,9	18,92	19,16	16,54	0,86	0,377	0,039	0,013	10,34	3,45	8,2

lichen Technologischen Instituts Hohenheim.

Jahres 1900.

Gegen Schädlinge angewendete Mittel	Zeit der Lese	Farbe des Weinmostes	Spez. Gew. ausgedrückt in Graden nach Oechsle	In 100 ccm Weinmost g Extrakt	In 100 ccm Weinmost g Zucker	In 100 ccm Weinmost g Säure	In 100 ccm Weinmost g Asche	In 100 ccm Weinmost g Schwefelsäure (SO_3)	In 100 ccm Weinmost g Phosphorsäure (P_2O_5)	Auf 100 Extrakt Zucker	Auf 100 Extrakt Säure	Auf 100 Zucker Säure	Auf 100 Asche Schwefelsäure (SO_3)	Auf 100 Asche Phosphorsäure (P_2O_5)	Polarisation 200 mm Rohr
Kupfervitriol, Schwefelung	22. Okt.	rot	87,6	22,8	20,7	0,73	0,27	0,014	0,030	90,8	3,2	3,5	4,9	13,3	— 26,1
Kupfervitriol, Schwefelung	12. Okt.	weiss	83,3	21,7	19,2	0,96	0,30	0,015	0,032	88,5	4.4	5,0	5,0	10,4	— 24,7
Kupferkalkbrühe, Schwefel	26. Okt.	"	92,6	24,1	21,7	0,76	0,28	0,011	0,031	90,0	3,2	3,5	3,9	10,9	— 26,5
—	16. Okt.	"	76,0	19,7	17,6	0,84	0,30	0,012	0,038	89,3	4,3	4,8	4,0	12,8	— 22,4
—	18. Okt.	rot	79,0	20,5	18,1	0,74	0,30	0,012	0,044	88,3	3,6	4,1	4,0	14,5	— 21,9
Kupferkalkbrühe, Schwefel	22. Okt.	weiss	84,2	21,9	20,0	0,78	0,23	0,011	0,026	91.3	3,6	3,9	5,0	11,2	— 24,8
Schwefelung, Kupfervitriol-Kalkbrühe	23./24. Okt.	"	93,6	24.4	22,1	0,66	0,29	0,017	0,040	91,0	2,7	3,0	5,7	13,8	— 28,3
Schwefelung, Kupferkalkbrühe	23./24. Okt.	rot	89,5	23.3	21,7	0,71	0,25	0,012	0,031	93,1	3,5	3,3	5,0	12,7	— 27,3
Schwefelung, Kupferkalkbrühe	22./25. Okt.	weiss	88,7	23,1	20,4	0,76	0,37	0,026	0,047	88,3	3,3	3,7	7,1	12,9	— 25,7

Moste des

No.	Markung	Lage, Bodenart des Weinbergs	Etwa angewendeter Kunstdünger	Traubensorte	Aufgetretene Schädlinge
1	Mundelsheim	Berglage, Kalkstein	—	Trollinger, Lemberger, Sylvaner	Sauerwurm
2	Maulbronn	südlich, Mergelboden	—	Sylvaner, Riesling, Gutedel	Blattfallkrankheit (unbedeutend), Sauerwurm
3	„	südlich, Mergelboden	—	Sylvaner, Trollinger	Blattfallkrankheit (unbedeutend), Sauerwurm
4	Kleinheppach	West-Südwest, Keuper	Thomasmehl, Kainit, Chilisalpeter	Grüne Sylvaner, Krachmostgutedel	Peronospora (leicht)
5	Stetten	Südwest, Keuper	Thomasmehl, Kainit, Chilisalpeter	Grüne Sylvaner, Krachmostgutedel	Peronospora (mässig)
6	Untertürkheim	südwestliche Lage, Lehm, Keuper	?	Sylvaner, Krachmostgutedel	Falscher Mehltau (bedeutend), echter Mehltau (leicht)
7	„	südwestliche Lage, Keuper	?	Portugieser, Blaue Sylvaner	Falscher Mehltau (bedeutend), echter Mehltau (leicht)
8	Cannstatt	südlich, Keupermergel	—	Grüne Sylvaner, Gutedel, Weisselbling	Peronospora, Oidium Tuck.
9	Hohenstein	Ost-Südost, Muschelkalk	—	Meist Trollinger	Peronospora, Oidium Tuck.
10	„	Ost-Südost, Lettenkohle	—	Lorenz und schwarzer Riesling	Peronospora, Oidium Tuck.
11	Verrenberg	südliche Berglage, Keuper	—	Sylvaner (vorherrschend), Gutedel, Riesling, Elbling	Heuwurm
12	Bönnigheim	Mergel	—	Sylvaner, Riesling, Gutedel, Elbling	?

c) Bericht des chemischen Laboratoriums

Moste des

No.	Gemarkung	Lage, Bodenart des Weinbergs	Traubensorte	Art des etwa angewendeten Kunstdüngers	Schädlinge oder Krankheiten der Reben und dagegen angewendete Mittel	Zeit der Lese
1 weiss	Weinsberg	Burgberg, südwestl. Abhang, Keupermergel, schwerer Lehmboden	weisse Riesling	—	wenig Sauerwurm, viele süssfaule Trauben, 2 mal mit Kupfervitriol-Kalkbrühe gespritzt, 2 mal geschwefelt	18. Okt.
2 Schiller	Weinsberg	Schemelsberg, südlicher Abhang, ziemlich schwerer Tonboden (Keupermergel)	gemischt. rotes Gewächs, blaue Sylvaner, Affentaler, Lemberger, Burgunder	—	2–3 mal geschwefelt, 2 mal gespritzt mit Kupfervitriol-Kalkbrühe	19. Okt.

Jahres 1901.

Gegen Schädlinge angewendete Mittel	Zeit der Lese	Farbe des Weinmostes	Spez. Gew. ausgedrückt in Graden Oechsle	In 100 ccm Weinmost g						Auf 100 Extrakt		Auf 100 Zucker Säure	Auf 100 Asche		Polarisation 200 mm Rohr
				Extrakt	Zucker	Säure	Asche	Schwefelsäure (SO_3)	Phosphorsäure (P_2O_5)	Zucker	Säure		Schwefelsäure (SO_3)	Phosphorsäure (P_2O_5)	
—	21. Okt.	rot	71,9	18,7	16,1	1,01	0,25	0,011	0,034	86,1	5,4	6,3	4,4	13,7	— 21,3
Schwefelung, Kupfervitriol	21./22. Okt.	weiss	71,0	18,4	15,4	1,02	0,30	0.014	0,045	83,7	5,5	6,6	4,8	15,3	— 20,0
Schwefelung, Kupfervitriol	21./22. Okt.	rot	65,3	16,9	14,4	1,16	0,27	0,012	0,041	85,2	5,9	8,1	4,6	15,2	— 18,7
Kupferkalkbrühe	28 Okt.	weiss	84,1	21,9	19,3	0,67	0,26	0,010	0,037	88,1	3,1	3,5	3,8	14,4	— 26,6
Kupferkalkbrühe	24 Okt.	„	80,5	20,9	18,3	0,79	0,25	0,011	0,030	87,6	3,8	4,3	4,2	11,8	— 24,2
Schwefelung, Kupferkalkbrühe	21. Okt.	„	81,4	21,2	18,2	0,87	0,32	0,022	0,038	85,8	4,1	4,8	7,0	12,0	— 25,2
Schwefelung, Kupferkalkbrühe	21. Okt.	rot	81,2	21,1	18,0	0,95	0,33	0,020	0,038	85,3	4,5	5.3	5,9	11,6	— 24,6
Kupferkalkbrühe, Schwefelg	21./25 Okt.	weiss	67,7	17,6	14,5	0,85	0,33	0,021	0,045	82,4	4,8	5,9	6,3	13,5	— 19,9
Gekupfert, Schwefelung	12./13. Okt.	rot	61,9	16,0	13,7	1,20	0,26	0,010	0,026	85,6	7,5	8,8	3,8	11,2	— 17,4
Gekupfert, Schwefelung	16./17. Okt.	„	66,8	17,3	14,5	1,17	0,29	0,013	0,030	83,8	5,8	8,1	4,5	10,0	— 18,4
Wurde abgelesen	7./12. Okt.	weiss	66,8	17,3	14,9	0,93	0,25	0,011	0,030	86,1	5,4	6,2	4,6	12,0	— 19,9
Schwefelung, gespritzt (mit Cu?)	6. Okt.	„	53,4	13,8	11,1	1,06	0,27	0,011	0,037	80,4	7,7	9,5	4,2	13,9	— 15,6

des Königlichen Medizinal-Kollegiums.

Jahres 1900.

Art der etwa vorhandenen Fäule	Spezifisches Gewicht	Alkohol	Extrakt	Mineralbestandteile	Freie Säuren (Gesamtsäure)	Gesamt-Weinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinstein	An alkalische Erden gebundene Weinsteinsäure	Zucker	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Polarisation
		g in 100 ccm											
Süssfäule	95,6	—	24,88	0,344	0,828	0,354	0	0,295	0,275	22,415	0,0236	0,0421	— 9,8
ziemlich viel Süssfäule	94.4	0	24,57	0,297	0,863	0,401	0	0,318	0,195	22,080	0,0195	0,0273	— 9,97

No.	Gemarkung	Lage, Bodenart des Weinbergs	Traubensorte	Art des etwa angewendeten Kunstdüngers	Schädlinge oder Krankheiten der Reben und dagegen angewendete Mittel	Zeit der Lese
3 rot	Weinsberg	südlicher Abhang, ziemlich schwerer Keupermergel	Trollinger, Lemberger, Affentaler blau Elbling	—	ziemlich viel Sauerwurm; gegen Peronospora 2 mal gespritzt; gegen Oidium 2—3 mal geschwefelt	25. Okt.
4 weiss	Weikersheim Gewand: Schmecker	Südosthang, Muschelkalk; teilweise schwerer Lehm mit wenig Sand	Gutedel und Sylvaner	Thomasmehl u. Kainit; Versuche mit schwefelsaurem Ammoniak	Schädlinge: 0, Peronospora nur ganz wenig; 2 mal mit Kupfervitriolkalkbrühe gespritzt	27. Okt.
5	"	"	"	"	"	"
6 weiss	Weikersheim Karlsberg	Südhang, Muschelkalk, sandiger Lehm	Gutedel und Sylvaner	Thomasmehl u. Kainit, probeweise schwefelsaur. Ammoniak	0 gegen Peronospora 2 mal gespritzt	25. Okt.
7	"	"	"	"	"	"
8 Schiller	Weikersheim	Südhang, Muschelkalk, lehmiger Sand	Süssrot	Thomasmehl u. Kainit, Versuche mit schwefelsaur. Ammoniak	0 Peronospora nach 3 mal. Bespritzung nur vereinzelt	12. und 13. Okt.
9 rot	Jagsthausen	südl. Lage, Muschelkalk,	Blaue Sylvaner, Trollinger, Portugieser	Thomasmehl u. Chilisalpeter	0 Die Weinberge wurden rechtzeitig u. vorschriftsmässig 3 mal geschwefelt und 2 mal gespritzt	16.—24. Okt.
10 weiss	Jagsthausen	südwestliche Lage, Muschelkalk	Gutedel, Sylv., Burgunder und weisse Riesling	—	desgl.	16.—24. Okt.
11 weiss	Beutelsbach	südliche Lage, Keupermergel	Sylv., weisser Riesling, Elbling und Trollinger	in diesem Jahr mit Stalldünger gedüngt	Schildlaus; gegen Peronospora wurde 2 mal mit Kupfervitriollösung und Kalk gespritzt; diese ist infolgedessen gar nicht aufgetreten	13. Okt.
12 weiss	Schnaith	südwestl. Lage	Sylv., Elbling	gar nicht gedüngt	Schildlaus; gegen Peronospora 2 mal gespritzt; von derselben ist keine Spur vorhanden	13. Okt.
13	Beznau Gde. Hemigkofen	bergig, schwarzer guter Boden	Dünnelbling	(Stallmist)	Blattfallkrankheit, durch mehrmaliges Bespritzen bekämpft	8. Okt.
14 weiss	Zöttlingen	südliche Lage, Kalkboden	Gemischt weiss. Gewächs	—	Blattfallkrankheit und Oidium; Bespritzen mit Kupfervitriol und Bestäuben mit Schwefel	18. u. 19. Okt.
15 rot	Zöttlingen	südliche Lage, Kalkboden	Gemischt rotes Gewächs	—	Blattfallkrankh., Oidium; Bespritzen mit Kupfervitriol und Bestäuben mit Schwefel	15. u. 16. Okt.

Art der etwa vorhandenen Fäule	Spezifisches Gewicht	Alkohol	Extrakt	Mineral-bestandteile	Freie Säuren (Gesamtsäure)	Gesamt-Weinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinstein	An alkalische Erden gebundene Weinsteinsäure	Zucker	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Polarisation
		g in 100 ccm											
Süssfäule	88,0	0,18	22,96	0,301	0,788	0,375	0,015	0,329	0,098	20,610	0,0225	0,0367	—9,47
Leichte Fäulnis; süssfaul	78,0	—	20,26	0,291	0,981	0,478	0,081	0,423	0,060	18,144	0,0109	0,0384	—7,66
„	87,0	—	22,62	0,342	1,099	0,413	0	0,432	0,173	19,560	0,0109	0,0426	—8,65
leicht süssfaul	76,1	—	19,76	0,289	0,900	0,458	0,075	0,348	0,105	17,800	0,0095	0,0403	—7,63
0	75,0	—	19,50	0,305	1,024	0,401	0,004	0,320	0,143	17,542	0,0107	0,0415	—7,63
Fäulnis teilweise stark; die Beeren waren vielfach eingetrocknet	89,3	—	23,22	0,249	1,354	0,546	0,058	0,348	0,210	21,110	0,0111	0,0468	—8,8
0	—	9,13	2,7760	0,265	0,933	0,271	0	0,271	0,237	0,341	0,0109	0,0396	—
0	(47,9)	2,60	13,6500	0,311	0,868	0,296	0	0,371	0	11,070	0,0128	0,0326	—
Edelfäule	83,3	0,11	21,70	0,274	0,782	0,390	0,041	0,237	0,161	19,928	0,0144	0,0267	—8,12
Edelfäule	81,1	0,64	21,38	0,335	0,664	0,266	0	0,334	0	19,613	0,0075	0,0242	—7,85
$^{2}/_{10}$ Edelfäule	61,9	0,06	16,07	0,183	1,241	0,671	0,356	0,094	0,240	14,093	0,0058	0,0179	—5,74
Edelfäule	(26,6)	3,93	8,72	0,298	0,924	0,264	0	0,331	0	6,054	0,0327	0,0387	—
Edelfäule	(33,9)	3,87	10,58	0,276	0,881	0,290	0	0,265	0,122	7,886	0,0126	0,0399	—

No.	Gemarkung	Lage, Bodenart des Weinbergs	Traubensorte	Art des etwa angewendeten Kunstdüngers	Schädlinge oder Krankheiten der Reben und dagegen angewendeten Mittel	Zeit der Lese
16 weiss	Hemigkofen	ebene Lage, Sand- und Lehmboden	4/5 Dickelbling, 1/5 Dünnelbling	(Stallmist)	der Weinberg, von welch. die Probe entnommen ist, wurde am 19. Aug. durch Hagel bis nahe zur Hälfte vernichtet; die Blattfallkrankheit wurde durch 2maliges Bespritzen mit Kupfervitriol u. Kalk bekämpft	8. Okt.
17 rot	Reutlingen	südliche Berglage, Tonschiefer	Sylv., Clevner, Müller Portugieser, auch Trollinger	Abfälle aus Gerbereien	in ungespritzten Weinbergen hie und da Peronospora; in gespritzten nur Spuren, Sauerwurm selten	15.—20. Okt.
18 rot	Metzingen	südliche Berglage, Opalinusschiefer	Blauer Portugieser, roter Malvasier, rote und grüne Gutedel, grüne und blaue Sylvaner, St. Laurent	Stalldünger	Heu- und Sauerwurm vereinzelt; Spuren von Peronospora und Oidium im Vorsommer, rechtzeitige Anwendung der bekannten Mittel; Bekämpfung erfolgreich	14.—16. Okt.

Moste des

No.	Gemarkung	Lage, Bodenart des Weinbergs	Traubensorte	Art des etwa angewendeten Kunstdüngers	Schädlinge oder Krankheiten der Reben und dagegen angewendeten Mittel	Zeit der Lese
1 rot	Metzingen	südliche Lage, Tonschiefer	Portugieser, Malvasier, Sylvaner, Gutedel	Stalldünger	Peronospora und Oidium; Heu- und Sauerwurm häufig, ohne bedeutend zu schaden; Spritzen mit Kupferkalk und Beschwefeln mit Erfolg angewendet.	18. Okt.
2 rot	Reutlingen	südliche Berglage, Tonschiefer	Sylvaner, Trollinger, Portugieser, etwas schwarzer Riesling, Clevner	Hornmehl und Gerberhaare	Blattfallkrankheit; Oidium; Sauerwurm (als 2. Generation des Heuwurms); Lederbeerenkrankheit; Sauerfäule. Gegen beide erstere Krankheiten mit bestem Erfolg Bespritzen mit Kupferkalkmischung u. Schwefeln. Letztere Krankheiten und Schädlinge konnten nicht bekämpft werden.	16.—19. Okt.
3 weiss (Karlsberger Weissherbst)	Karlsberg, Weikersheim	Südlage, sandiger Lehm	Süssrot	Thomasmehl	keine Schädlinge	11. Okt.
4 weiss (I. Sorte Karlsberger)	„	südliche Lage, Muschelkalk	Gutedel und Sylvaner	Thomasmehl, schwefelsaures Ammoniak	gegen Peronospora, die sich überhaupt nicht zeigte, wurde 2mal gespritzt	18. und 19. Okt.

Art der etwa vorhandenen Fäule	Spezifisches Gewicht	Alkohol	Extrakt	Mineralbestandteile	Freie Säuren (Gesamtsäure)	Gesamt Weinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinstein	An alkalische Erden gebundene Weinsteinsäure	Zucker	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Polarisation
		g in 100 ccm											
1/10 Edelfäule, 1/10 Sauerfäule	51,7	—	13,39	0,241	1,371	0,552	0.189	0,301	0,123	10,840	0,0047	0,0236	— 4.15
hie und da Sauerfäule	65,9	—	17,09	0,296	0,968	0,416	0	0,305	0,204	14,574	0,0146	0,0261	— 6,22
hie und da Sauerfäule ohne merklichen Nachteil	57,2	1,44	15,53	0,332	0,938	0,274	0	0,343	0	13,453	0,0128	0,0323	— 7,62
Jahres 1901.													
wenig Sauerfäule	1,0549	0,47	14,46	0,3168	1,1663	0,3938	0	0,4418	0,0413	11,7226	0,0124	0,0375	— 5,395
Sauerfäule	1,0581	0,11	15,11	0,3026	1,1700	0,5287	0,0487	0,4606	0,1125	12,0299	0,0131	0,0222	— 5,357
Süssfäule war vorhanden; die sauerfaulen Trauben wurden beseitigt	1,0775	0,11	20,18	0,3024	1,1419	0,5700	0,1125	0,3196	0,2025	16,9120	0,0104	0,0259	— 7,211
starke Sauerfäule	1,0690	0,05	17,93	0,2898	1,0013	0,4556	0,0581	0,3760	0,0975	15,2866	0,0099	0,0344	— 6,871

No.	Gemarkung	Lage, Bodenart des Weinbergs	Traubensorte	Art des etwa angewendeten Kunstdüngers	Schädlinge oder Krankheiten der Reben und dagegen angewendete Mittel	Zeit der Lese
5 weiss (Schmecker 1)	Weikersheim	Südosthang, schwerer Lehmboden	Sylvaner und Gutedel	neben Stallmist Thomasmehl, Kainit und auch schwefelsaures Ammoniak-Superphosphat	keine Schädlinge; 2mal gespritzt	22. Okt.
6 weiss	Schnaith	südliche Lage, Keupermergel	Sylvaner, Elbling, weiss. Riesling, Trollinger	Stalldünger	Heuwurm, Sauerwurm, Schildlaus u. Peronospora. Die Schildlaus wurde so gut als möglich abgerieben. Gegen Peronospora mit bestem Erfolg bespritzt mit Kupfervitriol und Kalklösung	5. Okt.
7 weiss	Schnaith	westliche Lage, Keupermergel mit sandigem Lehm	Sylvaner, Elbling, weisser Riesling, auch etwas Butscheere	heuer garnicht gedüngt	Schildlaus, Heuwurm, Sauerwurm, Peronospora. Bespritzung mit Kupfervitriollösung und Kalk	7. Okt.
8 weiss	Hemigkofen	etwas bergig, Lehm- und Sandboden	$^2/_3$ Dünnelbling, $^1/_3$ Dickelbling	nur Stalldünger	keine Krankheit bemerkbar. Vor der Blüte und später wieder wurde mit Kupfervitriol und Kalkmilch bespritzt	7. Okt.
9 weiss	Beznau	bergig, Mergel und schwarzer Boden	$^4/_5$ Dünnelbling, $^1/_5$ Dickelbling	Stalldünger	keine. Reben 2mal bespritzt mit Kupferlösung und Kalkmilch	7. Okt.
10 weiss	Weinsberg	Schemelsberg, südlicher Abhang mit Keupermergel	Weissriesling	—	2mal gespritzt, 3mal geschwefelt	22. Okt.
11 rot	Weinsberg	südlicher Abhang, Keupermergel	Limburger und Trollinger	—	2mal gespritzt, 3mal geschwefelt	17. Okt.
12 weiss	"	Schemelsberg, südliche Lage, Keupermergel	gemischtes weisses Gewächs (Sylvaner, Elbling, etc.)	—	2mal gespritzt, 3mal geschwefelt	15. Okt.
13 Schiller	Kocher-steinsfeld	Röhrenberg, südlicher Hang, schwerer Muschelkalkboden	Sylvaner, Gutedel, weiss. Riesling, schwarz. Riesl., Müllertraube	nur Stalldünger	gegen Peronospora mehrmals gespritzt m. Kupfervitriol und Kalk, gegen Oidium 2mal geschwefelt	10. Okt.

Art der etwa vorhandenen Fäule	Spezifisches Gewicht	Alkohol	Extrakt	Mineralbestandteile	Freie Säuren (Gesamtsäure)	Gesamt-Weinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinstein	An alkalische Erden gebundene Weinsteinsäure	Zucker	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Polarisation
		g in 100 ccm											
Süssfäule	1,0723	0	18,75	0,2824	0,8906	0,5025	0,0975	0,3572	0,1200	16,6160	0,0088	0,0302	— 7,173
Edel- und Sauerfäule	1,0715	0,16	18,63	0,3066	0,9488	0,3638	0	0,4136	0,0338	16,0200	0,0071	0,0334	— 7,211
Edel- und Sauerfäule	1,0647	0,11	16,83	0,3140	1,0481	0,3488	0	0,4324	0,0038	14,4999	0,0086	0,0414	— 6,229
1/10 Edelfäule, 9/10 Sauerfäule, vom Sauerwurm herrührend	1,0573	0,05	14,87	0,2670	1,4269	0,4894	0,0244	0,3948	0,1500	12,2640	0,0065	0,0277	— 5,285
9/10 Edelfäule, 1/10 Sauerfäule	1,0664	0,16	17,30	0,2532	1,3556	0,5081	0	0,3948	0,1931	14,4233	0,0047	0,0201	— 6,644
Sauerfäule u. Süssfäule	1,0720	0,42	18,90	0,3546	0,9675	0,3506	0	0,4324	0,0056	16,2733	0,0239	0,0422	— 7,739
keine Fäule	1,0847	0	22,02	0,2730	0,9375	0,4388	0,0413	0,1650	0,2914	20,1001	0,0143	0,0330	— 8,607
ziemlich starke Grünfäule	1,0778	0,16	20,28	0,3552	0,9843	0,2756	0	0	0,3454	16,9250	0,0204	0,0242	— 6,984
die faulen Trauben sind durch sorgfältige Lese entfernt worden	1,0691	0,11	17,98	0,3268	0,8531	0,3000	0	0	0,3760	15,2791	0,0180	0,0449	— 6,757

Weine des

No.	Gemarkung	Lage, Bodenart (Kunstdünger)	Traubensorte	Jahrgang	Schädlinge und angewendete Gegenmittel	Spezifisches Gewicht
1 weiss	Weinsberg	Schemelsberg, südliche Abdachung mit schwerem Keupermergelboden	gemischtes weisses Gewächs (Sylvaner, Elbling, Gutedel, Weissriessling)	1899	wiederholt gespritzt gegen Peronospora und 4—5 mal geschwefelt gegen Oidium	0,9954
2 rot	Weinsberg	Schemelsberg, südliche Abdachung mit schwerem Keupermergelboden	Trollinger und Lemberger gemischt	1898	mehrmals gegen Peronospora gespritzt u. mehrmals gegen Oidium geschwefelt	0,9981
3 rot	Weinsberg	Schemelsberg, südliche Abdachung mit schwerem Keupermergelboden	Trollinger mit Lemberger	1899	mehrmals gespritzt gegen Peronospora, 4 mal geschwefelt gegen Oidium	0,9965
4 weiss	Weinsberg	Schemelsberg, südliche Abdachung mit schwerem Keupermergelboden	gemischt. weisses Gewächs (Sylvaner, Elbling, Gutedel, Weissriessling)	1898	mehrmals gespritzt gegen Peronospora, nicht geschwefelt	0,9981
5 weiss	Weikersheim	Südhang im Muschelkalk (Thomasmehl und Kainit)	Gutedel und Sylvaner	1899 Karlsberger I. Sorte weiss	die Probe stammt aus einem spundvollen Fass mit 500 l; der Wein ist zum dritten mal abgelassen; vor der Füllung werden die Fässer leicht aufgeschwefelt	0,9972

¹) Der 0,1 g übersteigende Zuckergehalt ist in Abzug gebracht worden.

Weine des ·

No.	Gemarkung	Lage, Bodenart des Weinbergs	Traubensorte	Jahrgang	Schädlinge und dagegen angewendete Mittel	Spezifisches Gewicht	Alkohol	Extrakt¹)	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren
1 weiss	Weikersheim (Karlsberg)	—	—	1899 Karlsberger Weiss I	(der Wein ist 5 mal abgelassen, August 1901 leicht mit Hausenblase geschönt worden und stammt aus einem spundvollen Fass mit 10 hl); Kahmenbildung 0	0,9973	7,06	2,816	1,691
2 weiss	Weikersheim (Karlsberg)	—	—	1900 Karlsberger Weiss I	(der Wein ist 4 mal abgelassen, August 1901 leicht mit Hausenblase geschönt worden und stammt aus einem spundvollen Fass mit 20 hl); Kahmenbildung 0	0,9961	7,06	1.978	1,422

¹) Der 0,1 g in 100 ccm übersteigende Zuckergehalt ist in Abzug gebracht worden.

Jahres 1900.

Alkohol	Extrakt[1]	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren	Extraktrest nach Abzug der freien Säuren	Mineralbestandteile	Glyzerin	Freie Säuren	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Gesamt-Weinsäure	Freie Weinsäure	An alkal. Erden gebundene Weinsäure	Weinstein	Zucker	Phosphorsäure (P_2O_5)	Schwefelsäure (SO_3)	Polarisation	Auf 100 Teile Alkohol kommen Teile Glyzerin
g in 100 ccm																Grade Wild	
7,94	2,231	1,767	1,665	0,214	0,739	0,567	0,082	0,464	0 184	0	0,180	0,165	0,089	0,0232	0,0259	— 0,302	9,3
6,82	2,876	2,242	2,130	0,286	0,688	0,746	0,090	0,634	0,213	0	0,210	0,033	0,131	0,0279	0,0657	— 0,288	10,1
7,38	2,283	1,729	1,653	0,209	0,731	0,630	0,061	0,554	0,227	0	0,184	0,146	0,167	0,0194	0,0295	— 0,288	9,9
6,79	2,345	1,700	1,588	0,254	0,723	0,758	0,090	0,645	0,221	0,0563	0,135	0,038	0,144	0,0253	0,0858	— 0,151	10,7
7,19	2,382	1,740	1,649	0,177	0,650	0,733	0,078	0,642	0,280	0,0619	0,109	0,136	0,127	0,0297	0,0324	— 0,076	9,0

Jahres 1901.

Extraktrest nach Abzug der freien Säuren	Mineralbestandteile	Glyzerin	Freie Säuren	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Gesamt-Weinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinsteinsäure an alkalische Erden gebunden	Weinstein	Zucker	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Polarisation	Verhältnis von Alkohol : Glyzerin = 100 : n
g in 100 ccm													Grade Wild	
1,604	0,1799	0,6441	0,7125	0,0696	0,6255	0,2513	0,0863	0,1200	0,0564	0,1202	0,0273	0,0368	— 0,227	9,1
1,374	0,2123	0,5837	0,6038	0,0384	0,5557	0,1875	0	0,0375	0,1880	0,1062	0,0262	0,0227	— 0,302	8,2

No.	Gemarkung	Lage, Bodenart des Weinbergs	Traubensorte	Jahrgang	Schädlinge und dagegen angewendete Mittel	Spezifisches Gewicht	Alkohol	Extrakt [1])	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren
3 rot	Weinsberg	Schemelsberg, südl. Abhang, Keupermergel	Trollinger und Lemberger	1899	2 mal gespritzt und 2 mal geschwefelt; im Jahre 1900 wurde der Wein 3 mal und im Jahre 1901 2 mal abgelassen, nicht geschönt; das 15 hl haltende Fass ist spundvoll; keine Kahmenbildung	0,9968	7,33	2,3225	1,769
4 rot	Weinsberg	desgl.	desgl.	1900	2 mal gespritzt und geschwefelt; im Jahre 1901 2 mal abgelassen, nicht geschönt, das 21 hl haltende Fass ist spundvoll; keine Kahmenbildung	0,9969	7,87	2,525	1,981
5 weiss	desgl.	desgl.	weisse Riesling	1900	2 mal gespritzt und geschwefelt; im Jahre 1901 2 mal abgelassen, das 21 hl haltende Fass ist spundvoll; keine Kahmenbildung	0,9947	9,98	2,457	1,892
6 weiss	desgl.	desgl.	desgl.	1899	2 mal gespritzt und geschwefelt; im Jahr 1900 3 mal, im Jahr 1901 2 mal abgelassen, das 12 hl haltende Fass ist spundvoll; keine Kahmenbildung	0,9946	8,35	2,2668	1,777
7 weiss	Maulbronn, K. Eilfingerberg	südl. Berglage, Keupermergel	Grüne Sylvaner, Gutedel usw.	1900 Weisswein, Lese Mitte Oktober	—	0,9948	8,91	2,414	1,797
8 weiss	Mundelsheim, K. Käsberg	desgl.	Trollinger	1900 Lese Ende Oktober	—	0,9954	7,33	2,0666	1,478
9 rot	Cannstatt, Kgl. Pragweinberg	desgl.	Blaue Sylvaner, Trollinger, Clevner usw.	1899 Rotwein, Lese 28. bis 30. Oktober	—	0,9981	7,12	2,474	1,822
10 weiss	Cannstatt, Kgl. Pragweinberg	desgl.	Grüne Sylvaner, Gutedel	1899 Weisswein, Lese 26. Okt	—	0,9966	7,53	2,4212	1,832

Extraktrest nach Abzug der freien Säuren	Mineral-bestandteile	Glyzerin	Freie Säuren	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Gesamt-Weinsteinsäure	Freie Weinsteinsäure	Weinsteinsäure an alkalische Erden gebunden	Weinstein	Zucker	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Polarisation	Verhältnis von Alkohol : Glyzerin = 100 : n
g in 100 ccm													Grade Wild	
1,679	0,2121	0,7168	0,6431	0,0720	0,5531	0,2343	0,0168	0,1500	0,0846	0,0956	0,0207	0,0461	— 0,288	9,8
1,899	0,2300	0,8154	0,6262	0,0660	0,5437	0,1669	0,0244	0,0300	0,1410	0,1464	0,0257	0,0302	— 0,288	10,4
1,803	0,1910	0,7577	0,6543	0,0714	0,5651	0,2062	0	0,1312	0,0940	0,1744	0,0278	0,0208	— 0,075	7,6
1,686	0,1777	0,7271	0,5812	0,0732	0,4897	0,2212	0,0074	0,1387	0,0940	0,0860	0,0242	0,0199	— 0,226	8,7
1,730	0,2010	0,8999	0,6843	0,0540	0,6168	0,1688	0	0,1088	0,0752	0,1108	0,0278	0,0318	— 0,075	10,1
1,439	0,1923	0,7642	0,6281	0,0318	0,5883	0,2043	0	0,0806	0,1551	0,0888	0,0219	0,0258	— 0,329	10,4
1,760	0,2728	0,6559	0,7143	0,0500	0,6518	0,2062	0	0,1012	0,1316	0,1296	0,0359	0,0501	— 0,206	9,2
1,746	0,2518	0,6705	0,6750	0,0684	0,5895	0,1687	0,0262	0,1125	0,0376	! ! Spuren	0,0288	0,0643	! ! — 0,113	8,9

4. Baden.

Bericht der landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Augustenberg. Prof. **Dr. Behrens.**

Die nachstehenden weinstatistischen Untersuchungen beziehen sich mit einer Ausnahme bei den Gewächsen sowohl des Jahres 1900 wie des Jahres 1901 auf Proben, die gelegentlich des ersten Abstichs, meist im Januar der Jahre 1901, resp. 1902, von den Produzenten eingesendet sind. Die Weine des Jahrgangs 1900 sind noch von der seitherigen Grossh. landw. chemischen Versuchsanstalt Karlsruhe unter Leitung des Vorstandes derselben, Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. Nessler, untersucht worden, während die Untersuchung der 1901er Weine von der Versuchsanstalt Augustenberg ausgeführt ist.

Zur Untersuchung kamen vom Jahrgang 1900 35 Weine, darunter 7 unter „Rotwein" aufgeführte, vom Jahrgang 1901 41 Weine, darunter sechs als „Rotwein" aufgeführte. Im Verhältnis zur Ausdehnung des Weinbaus in Baden und zu der Gesamternte — 1900: 919950 hl, 1901: 609710 hl — ist die Zahl der untersuchten Weine viel zu gering, als dass man die Ergebnisse ihrer Untersuchung auf die Weine des Landes verallgemeinern und Mittelzahlen ziehen dürfte.

Das Jahr 1900 brachte einen nach Menge und Güte befriedigenden Herbst, den grössten seit dem Jahre 1885. Dagegen enttäuschte der Monat September des Jahres 1901 durch eintretendes Regenwetter, das starkes Faulen der Trauben vielerorts veranlasste, bezüglich der Menge. Auch von dieser Qualität versprach man sich wenig, da die eintretende Fäulnis vielerorts zu frühzeitiger Lese Veranlassung wurde. Das Ergebnis hat indessen diese Befürchtung nicht bestätigt. Auch der Jahrgang 1901 hat sich in den meisten Gegenden weit günstiger entwickelt, als man erwarten zu dürfen glaubte, und steht heute hinter dem 1900er wenig zurück.

Die gefundenen Maximal- und Minimalgehalte an Alkohol, Extrakt, Mineralbestandteilen und Säure sind in der nachstehenden kleinen Tabelle zusammengestellt.

		1900		1901	
		Maximum	Minimum	Maximum	Minimum
Alkohol	weiss	11,42	4,65	9,70	4,14
	rot	8,00	5,32	9,48	5,01
Extrakt	weiss	3,350	1,787	3,143	1,686
	rot	2,660	1,997	3,110	2,031
Mineralstoffe	weiss	0,316	0,166	0,337	0,179
	rot	0,334	0,194	0,334	0,184
Freie Säure	weiss	1,200	0,480	1,080	0,395
	rot	0,800	0,585	0,980	0,430

In der vorstehenden und in den nachfolgenden Tabellen sind die Weissherbste und Schillerweine bei den Rotweinen aufgeführt, zu denen sie nach ihrem Charakter gehören dürften. Der Unterschied in der chemischen Zusammensetzung der Weiss- und Rotweine — abgesehen von der Farbe — der durchschnittlich höhere Gehalt der letzteren an Extrakt und Mineralbestandteilen, kommt zustande, wie Nessler (der Wein, seine Bestandteile und seine Behandlung S. 62) bereits im Jahre 1865 mitteilte, dadurch, dass die Rotweine länger auf den Trestern liegen, auf diesen vergären

und sie daher vollständiger auslaugen. Vom Standpunkte der Weinuntersuchung dürfte es sich daher empfehlen, soweit möglich nicht nach der Farbe, sondern nach der grösseren oder geringeren Auslaugung der Trester die Weine für den Zweck der Statistik zu unterscheiden.

Die Auslaugung kann erst erfolgen, nachdem die Zellen der Häute getötet und dadurch ihrer Widerstandsfähigkeit gegen das Eindringen von Flüssigkeiten beraubt sind.

Bei der Rotweinbereitung aus gesunden Trauben wird das Absterben der Beerenhautzellen und damit die Möglichkeit, dass ihr Inhalt sich mit dem Presssaft der Trauben mischt, durch die Gärung der Maische bewirkt (tödliche Wirkung der Kohlensäure und des Alkohols). Dasselbe ist bei der Bereitung des Schillerweins aus einem Gemisch von Weiss- und Rotweintrauben der Fall. Zur Bereitung der Weissherbste werden vielfach Rotweintrauben, die von der Traubenfäulnis ergriffen sind und sich daher zur Rotweinbereitung nicht mehr eignen, verwendet, wie das auch bei einzelnen untersuchten „Weissherbsten" direkt angegeben war. In solchem Falle sind die Beerenhäute der faulen Trauben durch den Fäulnispilz bereits vor der Lese getötet, und die der vorhandenen gärenden Beeren sterben in der Maische unter dem Einfluss der Stoffwechselprodukte des Fäulnispilzes verhältnismässig schnell ab, ehe noch die Gärung beginnen kann und ehe das Abpressen erfolgt. Infolgedessen können auch hier die Beerenhäute stark ausgelaugt werden. Anders ist es bei Bereitung der Clarets, bei der gesunde Beeren von Rotweintrauben sofort abgepresst werden, ohne in der Maische auch nur kurze Zeit zu stehen, und bei der infolgedessen ein ungefärbter Wein mit niedrigem Extrakt- und Aschengehalt erhalten wird.

Es lässt sich nicht verkennen, dass nach dieser Definition zu den hier unter den Namen „Rotwein und Verwandte", „rot" zusammengefassten Weinen auch solche aus weissen Trauben gewonnene Weissweine gerechnet werden müssten, welche, wie das mancherorts üblich ist, auf den Trestern vergären, oder doch längere Zeit angären und dabei Gelegenheit haben, die Trester stark auszulaugen. Aus praktischen Gründen ist dies unmöglich. Es ist unmöglich, alle zur Deutung der Untersuchungsergebnisse nötigen Angaben, speziell auch solche über die Herstellungsart der Weine, zu erhalten, und an einer Stelle muss schliesslich eine Grenze gemacht werden, da von sofortiger Abpressung bis zu völligem Vergären auf den Trestern eine lückenlose Reihe besteht, je nach dem man früher oder später abpresst. Es ist aber bei der Deutung der Untersuchungsergebnisse nicht ausser acht zu lassen, dass ein Teil der Weissweine sicherlich seinen verhältnismässig hohen Gehalt an Extrakt und Aschenbestandteilen der Angärung und Vergärung auf den Trestern verdankt, und dass er damit bezüglich der Beurteilung dieses Gehaltes auf eine Linie mit den Rotweinen rückt.

Der hohe Alkoholgehalt von No. 7, 1900 (11,42%), ist ein ausnahmsweiser und erklärt sich durch den Charakter dieses Weines als Vorlese. Der nächst höchste Alkoholgehalt würde 8,98% sein (No. 17).

In Extrakt- und Aschengehalt erreichten alle untersuchten Weine, die in den Ausführungsbestimmungen zum Weingesetz vom 24. Mai 1901 (2. Juli 1901) festgesetzten Minimalwerte.

Das Verhältnis der Aschenbestandteile zum Extrakt bewegt sich überall in normalen Werten, um $^1/_{10}$ schwankend. Nur im Jahre 1901 steigt es bei einigen wenigen Weinen bis auf $^1/_7$. Freie Weinsäure enthielten 1900 5, 1901 9 Weine; der Gehalt schwankte zwischen 0,09 und 0,1504 resp. 0,0186 und 0,192 g.

Der Gehalt an Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen Säure erreichte im Jahre 1900 in zwei Fällen (Weisswein No. 2 und 20) nicht den für verbesserte Weine festgesetzten Grenzwert. Die Schwankungen betragen für:

		1900		1901	
		Maximum	Minimum	Maximum	Minimum
Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen Säure	weiss	2,488	1,069	2,338	1,114
	rot	2,148	1,412	2,792	1,424
Extrakt nach Abzug der freien Säure	weiss	2,420	1,010	2,298	1,082
	rot	2,048	1,346	2,680	1,361

Weine des

No.	Gemarkung	Traubensorte	Spez. Gewicht	Alkohol	Extrakt[1])	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren
						See-
1	Reichenau	Weisser Traminer	0,9958	6,76	1,875	1,390
2	"	Weisswein Elbling	0,9980	5,56	1,745	1,069
3[2])	"	Bodensee Burgunder Rot	0,9958	6,79	1,997	1,428
4[2])	Domänenamt Meersburg	Weissherbst	0,9976	7,94	2,660	2,080
5[2])	" "	Hagnauer Roter	0,9966	6,93	2,100	1,556
6[2])	" "	Meersburger Roter	0,9960	8,00	2,300	1,678
7	" "	Meersburger Ruländer	0,9962	11,42	3,350	2,488
						Markgraefler
8	Schliengen-Obereggenen (Blankenhorn)	—	1,0015	4,65	2,388	1,358
9	" " "	—	0,9950	6,99	1,810	1,320
10	" " "	—	0,9948	7,80	1,866	1,238
11	" " "	—	0,9942	8,28	1,970	1,432
12	Auggen	—	0,9954	7,87	2,105	1,646
13	Niedereggenen	—	0,9978	6,14	1,910	1,292
14	Auggen	—	0,9990	5,45	2,003	1,263
15	Feldberg-Auggen	—	0,9984	5,26	1,787	1,153
						Breis-
16[2])	Munzingen	Weissherbst	0,9980	7,46	2,633	2,148
17	Bleichheim	Ruländer und Burgunder	0,9935	8,98	2,103	1,609
18	Munzingen	gemischter Rebsatz	0,9960	8,35	2,301	1,894
						Kaiser-
19	Eichstetten	bessere Sorte	0,9977	6,40	2,170	1,592
20	"	mittlere Sorte	0,9990	5,51	1,970	1,070
21	Endingen	bessere Sorte	0,9968	8,56	2,728	2,060

[1]) Der 0,1 g in 100 ccm übersteigende Zuckergehalt ist in Abzug gebracht worden.
[2]) Rotweine und Verwandte.

Der vorgeschlagene Grenzwert für den Säurerest (nach Möslinger) wird von zwei Weinen des Jahrgangs 1901 nicht erreicht (No. 23 mit 0,246 und No. 33 mit 0,2575 g).

Der Säuregehalt war zweifellos infolge der bei und kurz nach der Gärung bereits eingetretenen Säureabnahme verhältnismässig gering, im Jahre 1901 sogar verhältnismässig noch etwas niedriger als 1900. Es hatten im Gehalt an freier Säure:

	1900 (35 Weine)	1901 (41 Weine)
über 1,0 g in 100 ccm	4 Weine	1 Wein
unter 0,7 „ „ 100 „	20 „	26 „

Dieses Ergebnis der Untersuchung steht im besten Einklang mit den allgemeinen Erfahrungen über die Entwickelung des Jahrganges 1901.

Jahres 1900.

Extraktrest nach Abzug der freien Säuren	Mineralbestandteile	Glyzerin	Freie Säuren	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Gesamt-Weinsäure	Freie Weinsäure	Säurerest	Zucker	Polarisation V. S.	Bemerkungen
g in 100 ccm											
bezirk.											
1,330	0,212	—	0,545	0,048	0,485	0,279	0	0,346	0,105	+ 0,6	
1,015	0,230	—	0,730	0,043	0,676	0,339	0	0,507	0,105	+ 0,4	
1,362	0,224	—	0,635	0,053	0,569	0,215	0	0,462	0,120	+ 0,6	
2,000	0,308	—	0,660	0,064	0,580	0,170	0	0,490	0,170	— 0,3	
1,500	0,223	—	0,600	0,045	0,544	0,226	0	0,487	0,100	± 0	stark braun
1,630	0,240	—	0,670	0,038	0,622	0,230	0	0,507	0,130	± 0	
2,420	0,282	—	0,930	0,054	0,862	0,166	0	0,779	0,300	+ 0,6	Vorlese
Bezirk.											
1,338	0,316	—	1,050	0,022	1,022	0,382	0	0,831	0,120	+ 0,6	
1,260	0,176	—	0,550	0,048	0,490	0,267	0	0,357	< 0,1	± 0	
1,166	0,214	—	0,700	0,058	0,628	0,239	0	0,508	0,114	+ 0,2	
1,380	0,238	—	0,590	0,042	0,538	0,151	0	0,462	0,120	± 0	
1,550	0,239	—	0,555	0,077	0,459	0,190	0	0,364	0,150	± 0	
1,220	0,235	—	0,690	0,058	0,618	0,286	0,015	0,418	0,170	+ 0,5	
1,203	0,181	—	0,800	0,048	0,740	0,343	0,078	0,530	0,140	+ 0,6	
1,077	0,197	—	0,710	0,061	0,634	0,283	0	0,493	0,130	+ 0,6	
gau.											
2,048	0,334	—	0,585	0,080	0,485	0,158	0	0,406	0,180	+ 0,3	
1,553	0,180	0,657	0,550	0,045	0,494	0,247	0	0,315	< 0,1	+ 0,4	
1,822	0,254	0,715	0,480	0,058	0,408	0,210	0	0,303	0,180	+ 0,6	
stuhl.											
1,520	0,212	—	0,650	0,058	0,578	0,263	0	0,447	0,120	— 0,5	
1,010	0,166	—	0,960	0,048	0,900	0,375	0,1504	0,638	< 0,1	+ 0,3	
2,048	0,230	—	0,680	0,090	0,668	0,199	0	0,570	0,250	± 0	

No.	Gemarkung	Traubensorte	Spez. Gewicht	Alkohol	Extrakt[1])	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren
22	Endingen	geringere Sorte	0,9976	6,79	2,092	1,500
23	Bahlingen	Weisswein	0,9987	5,45	2,153	1,615
24[2])	„	Schiller	0,9987	5,32	2,011	1,412
25	Jechtingen	—	0,9950	8,21	2,200	1,754
26	Leiselheim	—	0,9966	6,28	1,789	1,158
				Orten-		
27	Vormberg	—	0,9985	6,49	2,509	1,333
28	Neusatz	—	0,9963	7,30	2,269	1,427
29	„	Weisswein	0,9987	6,53	2,460	1,449
30[2])	Lauf	Rotwein	0,9969	7,80	2,430	1,639
31	Umweg	Weisswein	0,9989	6,86	2.400	1,384
32	Altenhöfer	Riesling	0,9961	8,21	2,458	1,616
				Tauber-		
33	Distelhausen	Gutedel und Sylvaner	0,9978	6,14	2,076	1,229
34	Tauberbischofsheim	Sylvaner	0,9980	6,73	2,234	1.419
35	Gerlachsheim	Gutedel	0,9962	6,86	1,992	1,240

[1]) Der 0,1 g in 100 ccm übersteigende Zuckergehalt ist in Abzug gebracht worden.
[2]) Rotweine und Verwandte.

Weine des Jahres 1901.

Weisswein.

No.	Gemarkung	Traubensorte	Spezifisches Gewicht	Weingeist	Extrakt[1])	Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen Säure	Extrakt nach Abzug der freien Säure	Mineralbestandteile	Freie Säure	Flüchtige Säure	Nichtflüchtige Säure	Freie Weinsteinsäure	Gesamtweinsteinsäure	Säurerest	Zucker	Polarisation v. s.
							See-Wein.									
1	Bodmann	Weisswein	0,9979	7,19	2,345	1,409	1,365	0,246	0,98	0,0352	0,936	0,0186	0,346	0,754	0,125	+0,4
2	Hagnau	„	0,9987	7,66	2,631	1,985	1,921	0,254	0,71	0,0512	0,646	0,0264	0,23	0,518	0,15	+0,4
3	Meersburg	Ruländer	0,9979	7,66	3,091	2,286	2,246	0,256	0,845	0,032	0,805	0	0,222	0,694	0,152	+0.4
4	Salem	Elbling	0,9974	6,27	2,164	1,315	1,279	0,213	0,885	0,0288	0,849	0	0,321	0,698	0,133	+0,4
5	„	Ruländer	0,9954	8,59	2,482	1,665	1,617	0,213	0,865	0,384	0,817	0	0,254	0,69	0,16	+0,4
							Markgräfler.									
6	Heitersheim	Weisswein	1,0015	4,65	2,188	1,477	1,393	0,282	0,795	0,0672	0,711	0	0,242	0,59	0,143	+1
7	„	Elbling	1,003	4,14	2,261	1,393	1,321	0,309	0,940	0,0576	0,868	0	0,246	0,745	0,152	+0,7
8	Auggen	Weisswein	0,9963	7,12	1,978	1,520	1;448	0,207	0,53	0,0576	0,458	0	0,238	0,339	0,143	+0,5
9	„	„	0,9968	6,47	2,281	1,483	1,411	0,221	0,87	0,0576	0,798	0	0,1996	0,6982	0,143	+0,5
10	Müllheim	„	0,9978	6,02	1,779	1,261	1,189	0,186	0,59	0,0576	0,518	0	0,258	0,39	0,152	+0,7
11	„	„	0,9990	6,34	2,131	1.477	1,401	0,233	0,73	0,0608	0,654	0	0,258	0,525	0,182	+0,4
12	„	„	0,9971	6,66	1,907	1,292	1,237	0,203	0,67	0,048	0,615	0	0,219	0,505	0,143	+0,3
13	„	„	0,9970	7,26	2,084	1,532	1,484	0,199	0,6	0,0384	0,552	0	0,2505	0,4268	0,166	+0,2
14	„	„	0,9954	7,87	2,157	1,675	1,607	0,215	0,55	0,0544	0,482	0	0,202	0,381	0,166	+0,5
15	„	„	0,9966	6,99	1,945	1,449	1,385	0,221	0,56	0,0512	0,496	0	0,202	0,395	0,111	+0,2

[1]) Der 0,1 g in 100 ccm übersteigende Zuckergehalt ist in Abzug gebracht worden.

Extraktrest nach Abzug der freien Säuren	Mineral-bestandteile	Glyzerin	Freie Säuren	Flüchtige Säuren	Nichtflüch-tige Säuren	Gesamt-Weinsäure	Freie Weinsäure	Säurerest	Zucker	Polarisation V. S.	Bemerkungen
g in 100 ccm											
1,412	0,198	—	0,680	0,070	0,592	0,267	0	0,460	0,180	+ 0,3	
1,488	0,258	—	0,665	0,102	0,538	0,213	0	0,431	< 0,1	—	wurde etwas braun
1,346	0,194	—	0,665	0,053	0,599	0.269	0	0,465	0,180	+ 0,4	wurde braun
1,700	0,221	—	0,500	0,043	0,446	0,149	0	0,372	0,150	— 0,1	
1,104	0,170	—	0,685	0,043	0,631	0,219	0	0,522	0,120	± 0	
a u.											
1,309	0,226	—	1,200	0,019	1.176	0,473	0,101	0,890	0,110	+ 0,6	
1,399	0,278	—	0,870	0,022	0,842	0,327	0	0,679	0,100	+ 0,5	
1,440	0,288	—	1,020	0,007	1,011	0,359	0	0,830	< 0,1	— 0,4	
1,630	0,301	—	0,800	0,007	0,791	0.303	0	0,640	0,300	— 0,3	
1,375	0,244	—	1,025	0,007	1.016	0,405	0,009	0,810	0.350	+ 0,3	
1,578	0,253	—	0,880	0,030	0,842	0,282	0	0,701	0,125	+ 0,5	
W e i n e.											
1,181	0,216	—	0,895	0,038	0,847	0,2825	0	0,706	0,11	+ 0,1	
1,379	0,263	—	0,855	0,032	0,815	0,1785	0	0,726	0,16	+ 0	
1,220	0,206	—	0,770	0,016	0,750	0,2305	0	0,635	0,12	± 0	

No.	Gemarkung	Trauben-sorte	Spezifisches Gewicht	Weingeist	Extrakt	Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen Säure	Extrakt nach Abzug der freien Säure	Mineral-bestandteile	Freie Säure	Flüchtige Säure	Nichtflüch-tige Säure	Freie Wein-steinsäure	Gesamtwein-steinsäure	Säurerest	Zucker	Polari-sation V. S.
							Breisgau.									
16	Buchholz	Weisswein	0,998	6,99	2,312	1,798	1,742	0,337	0,57	0,0448	0,514	0	0,1345	0.4468	0,2	+0,4
17	Eichstetten	„	0,9979	5,72	1,944	1 357	1,289	0,181	0,655	0,0544	0,587	0,0424	0,306	0,413	0,118	+0,5
18	„	„	0,991	4,94	1,945	1,293	1,245	0,207	0,7	0,038	0,652	0	0,286	0,509	0,115	+0,5
							Kaiserstuhl.									
19	Weisweil	Weisswein	0,9965	7,47	2,132	1,615	1,567	0,227	0,565	0,0384	0,517	0	0,162	0,436	0,118	+0,6
20	„	„	0,997	6,49	2,005	1,453	1,405	0,191	0,6	0,0384	0,552	0	0,234	0,435	<0,1	+0,2
21	Endingen	„	0,9966	6,95	2,047	1,479	1,427	0,213	0,62	0,0416	0.568	0	0,206	0.465	0,13	+0,1
22	„	„	0,9977	6,52	2,117	1,556	1,472	0,218	0,645	0,0672	0,561	0	0,226	0,448	0,125	+0,4
							Ortenau.									
23	Offenburg	Clevner	0,9921	9,13	1,686	1,343	1,291	0,179	0,395	0,0416	0,343	0	0,194	0,246	<0,1	±0
24	„	Weisswein	0,9987	5,41	1,989	1,321	1,269	0,209	0,72	0,0416	0,668	0	0,29	0,523	0,13	+0,6
25	Bühl	„	0,9962	7,06	1,744	1,096	1,064	0,18	0,68	0,056	0,648	0,051	0,3305	0,4828	0,118	+0,2
26	Durbach	Elbling	0,9959	6,86	2,000	1,520	1,480	0,224	0,52	0,04	0,48	0	0,1825	0,3788	0,1	−0,1
27	„	Clevner	0,9948	9,06	2,471	2,013	1,991	0,205	0,48	0,0176	0,458	0	0.1855	0,3648	0,133	—
28	Neuweier	Weisswein	0,999	6,34	2,284	1,239	1,204	0,213	1,08	0,028	1,045	0,192	0,336	0,8761	0,143	+0,2
29	Offenburg	Ruländer	0,9946	9 27	2,437	1,949	1,857	0,259	0,58	0,0736	0,488	0	0,1385	0,4188	0.143	+0,4
30	„	Weisswein	0,9948	8,7	2,291	1,783	1,701	0,262	0,59	0,0656	0,508	0	0,1585	0,4285	0,125	+0,4
							Bergstrasse.									
31	Weinheim	Riesling	0,9962	9,7	2,632	2,050	2,002	0,259	0,63	0,0384	0,582	0	0,1865	0,4488	0,25	+0,7

No.	Gemarkung	Traubensorte	Spezifisches Gewicht	Weingeist	Extrakt	Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen Säure	Extrakt nach Abzug der freien Säure	Mineralbestandteile	Freie Säure	Flüchtige Säure	Nichtflüchtige Säure	Freie Weinsteinsäure	Gesamtweinsteinsäure	Säurerest	Zucker	Polarisation v. s.
	Taubergrund.															
32	Tauberbischofsheim	Gutedel u. Sylvaner	0,9974	6,93	2,152	1,320	1,272	0,198	0,88	0,038	0,832	0,0825	0,2985	0,641	0,166	+0,2
33	Tauberbischofsheim	Gutedel u. Sylvaner	0,9960	6,59	1,822	1,370	1,282	0,203	0,54	0,0704	0,452	0,0495	0,2895	0,2575	0,152	+0,3
	Bezirk Mosbach.															
34	Neckarzimmern	Weisswein	0,9974	7,12	2,010	1,552	1,500	0,264	0,51	0,0416	0,458	0	0,1905	0,3628	0,182	+0,4
35	Neckarzimmern	Traminer	0,9980	7,73	2,214	1,802	1,714	0,295	0,5	0,0704	0,412	0	0,1745	0,3244	0,283	+0,8
	Rotweine und Verwandte.															
	See-Bezirk.															
36	Bodmann	Ruländer u. Burgunder	0,9970	7,66	2,329	1,627	1,599	0,2900	0,73	0,0224	0,702	0	0,2265	0,5944	0,102	+0
37	Hagnau	Rotwein	0,9962	7,46	2,577	1,637	1,597	0,258	0,98	0,032	0,94	0	0,298	0,791	0,15	+0,4
38	Meersburg	"	0,9974	9,48	2,361	1,827	1,771	0,24	0,59	0,0448	0,534	0,038	0,238	0,396	0,143	+0,5
39	"	Weissherbst	0,9984	8,28	2,911	2,293	2,201	0,298	0,71	0,0736	0,618	0	0,1465	0,5548	0,200	+0,6
	Bergstrasse.															
40	Weinheim	Rotwein	0,9981	9,2	2,95	2,632	2,520	0,3340	0,43	0,0896	0,318	0	0,1665	0,2348	0,260	+0,4
	Taubergrund.															
41	Tauberbischofsheim	Rotwein	0,9992	5,01	1,979	1,372	1,352	0,184	0,67	0,0502	0,607	0,051	0,3225	0,4206	0,152	+0,2

5. Hessen.

A. Rheinhessen.

Bericht des chemischen Untersuchungsamtes Mainz. Prof. **Dr. Mayrhofer.**

Der vorliegende Beitrag zur Statistik für die Jahre 1900, 1901 berücksichtigt nur Weissweine, da Naturrotweine in diesen beiden Jahren nicht erhalten werden konnten. Der Rotweinbau in der Provinz Rheinhessen ist nicht sehr erheblich, er beträgt nur 10% der Gesamtproduktion, wovon etwa die kleinere Hälfte auf den Portugieserbau, die andere etwas grössere Hälfte auf den Rotweinbau in dem Weinbaubezirk Gaualgesheim und Ingelheim entfällt. Zu bemerken ist noch, dass die Portugiesertrauben vielfach weiss gekeltert werden.

Der Jahrgang 1900 lieferte trotz des Maifrostes und der Regenperiode nach der Blüte durch den vorzüglichen Nachsommer im allgemeinen einen qualitativ, wenn auch nicht quantitativ befriedigenden Herbst. Die Mostgewichte bewegten sich der Hauptsache nach zwischen 65—85 (sehr gute Lagen nicht berücksichtigt), zuckerarme Moste unter 65 wurden nur vereinzelt, besonders in Lagen, die vom Frost gelitten hatten, angetroffen. Ähnliches gilt für den Säuregehalt, welcher für die gleichen

Lagen zwischen 7—12 $^0/_{00}$ gefunden wurde. Die wenigen Moste mit mehr als 12 $^0/_{00}$ Säure entstammen stark von Frost beschädigten Lagen. Dieser Mostbeschaffenheit entsprechend sind auch die Weine dieses Jahrganges als durchaus gesunde Produkte zu bezeichnen, die sich gut entwickelt haben. Bevorzugte Lagen erzielten sogar hervorragende Produkte, die sich mit denen bester Jahrgänge in mancher Hinsicht messen können.

Was die Zusammensetzung der Weine anbelangt, so ist dieselbe eine vollständig normale. Der Säuregehalt der untersuchten Weine, die sich ja leider bezüglich ihrer Herkunft mit der weit grösseren Anzahl der Moste nicht vollständig decken, geht nicht über 8 $^0/_{00}$ hinaus, sondern lässt im allgemeinen, so weit die geringe Anzahl der Weine einen Schluss erlaubt, auf einen ziemlich starken Säurerückgang schliessen, der, wie es scheint, unbeeinflusst ist von dem Alkoholgehalt.

Der Jahrgang 1901 hatte gegenüber seinem Vorgänger inbezug auf seine Entwickelung geradezu das Gegenteil zu verzeichnen. Hatte auch das Frühjahr 1901 schlecht eingesetzt, so war Mai 1901 geradezu vortrefflich zu nennen und auch noch der Sommer berechtigte zu den besten Hoffnungen, die aber der regnerische und kühle Nachsommer vernichtete, wodurch die Trauben, die im September trotz des guten Sommers nicht weiter waren, als in normalen Jahren, nicht zur vollen Reife gelangten und durch rasches Faulen ungemein zu leiden hatten. Nur der Umstand, dass die Trauben infolge des guten Sommers gesund waren, verhinderte noch grössere Verluste durch die Rohfäule. Die infolge der Rohfäule vorgenommenen Vorlesen lieferten ein wahrhaft klägliches Material, das als selbständiges Produkt nicht auf den Markt gebracht werden konnte.

Der Jahrgang 1901 zählt daher zu den geringen Ernten, da auch die Spätlesen (bevorzugte Lagen ausgenommen) nur geringe Moste lieferten. 80 $^0/_0$ der untersuchten Proben besitzen einen Säuregehalt von 9—13 $^0/_{00}$; 20 $^0/_0$ der Moste besitzen ein Mostgewicht unter 60 ° Oechsle; etwa $^1/_3$ der Moste ein solches zwischen 60—70, und das letzte $^1/_3$ ein solches darüber. Den tatsächlichen Verhältnissen entsprechend verschiebt sich aber diese Gruppierung nach der schlechten Seite hin, sodass die eben angegebenen Zahlen nur für die untersuchten Proben, nicht aber für die Beurteilung des Ernteausfalles Geltung beanspruchen dürfen.

Was die Weine dieses Jahrganges anbelangt, so hatten dieselben ausserordentlich durch die Rohfäule zu leiden, so dass selbst heute noch Weine, bei deren Kelterung und Ausbau nicht vorsichtig zu Werke gegangen worden war, mit den durch die Fäule bedingten Fehlern behaftet sind. Im allgemeinen war der Jahrgang 1901 saurer als der 1900er, dementsprechend besitzen auch die Naturweine einen etwas höheren Säuregehalt, doch ist auch für diesen Jahrgang ein erheblicher Säurerückgang festzustellen, soweit wenigstens rheinhessische Weine in Betracht kommen. Auffallend ist beispielsweise der sehr erhebliche Säurerückgang eines Vendersheimer Weines (geringe Lage), der nach dem ersten Abstich nunmehr 3,73 $^0/_{00}$ Säure enthält, während die Vendersheimer Moste etwa 11—12 $^0/_{00}$ Säure besassen. Den geringsten Säurerückgang zeigt ein Nackenheimer (Unterer Rothenberg, gute Lage) mit 0,836 $^0/_0$ fixe freie Säure, der als Most 10 $^0/_{00}$ Säure besass. Allerdings beträgt im ersten Fall der Alkoholgehalt nur 5 g per 100 ccm, im zweiten über 9 g.

Was die für den Extrakt- und Aschengehalt sowie säurefreies Extrakt der Weine beider Jahrgänge ermittelten Werte anbelangt, so entsprechen sämtliche Weine, unter welchen auch recht geringe Produkte vertreten sind, ausnahmslos den Grenzwerten des neuen Weingesetzes. Vielfach geäusserte Bedenken, dass der Jahrgang 1901 sich diesen Forderungen nicht fügen werde, sind ausserdem noch durch zahlreiche Untersuchungen rationell verbesserter Weine verschiedenster Lagen unserer Provinz als den tatsächlichen Verhältnissen nicht entsprechend zu bezeichnen.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, dass der Säurerest in den Weinen beider Jahrgänge nur in vier Fällen zwischen 0,29 und 0,30, in keinem Falle aber unter 0,290 gefunden wurde, während die entsprechenden Extraktgehalte 1,933 und mehr als 2 g in 100 ccm betragen.

Für die Bewertung des Säurerestes als ein Kriterium der Streckung werden daher zweifellos noch die Ergebnisse eines sehr säurearmen Jahrganges abgewartet werden müssen.

Maximal- und Minimalgehalte.

	1900		1901	
	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum
Alkohol	9,49	5,70	12,81	3,99
Extrakt (zuckerfr.) . .	2,726	1,886	5,294	1,765
Freie Säure	0,780	0,415	1,031	0,435
Säurefreier Extraktrest I	2,309	1,338	4,458	1,230
„ „ II	2,246	1,301	4,281	1,180
Mineralstoffe	0,313	0,152	0,506	0,167

Moste des Jahres 1900.

a) Abgekürzte Untersuchung.

No.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Zeit der Lese	Spez. Gewicht (Grade Oechsle)	Freie Säure g in 1 l
1	Alsheim	—	—	Österreicher	8. Okt.	75,0	10,2
2	„	—	—	—	—	91,8	7,65
3	Aspisheim	—	—	Portugieser	—	73,0	11,7
4	Bechtheim	—	—	„	—	81,1	7,65
5[1])	Bingen	Mainzer Weg	—	—	—	96,0	8,2
6[1])	„	—	—	—	—	95,0	8,3
7[1])	„	—	—	—	—	87,0	9,2
8[1])	„	—	—	—	—	90,0	7,1
9[1])	„	Mittelpfad	—	—	—	103,0	9,6
10[1])	„	Mehlweg	—	Riesling	—	94,0	7,9
11[1])	„	Rochusweg	—	—	—	79,0	9,4
12[1])	„	„	—	—	—	102,0	7,7
13[1])	„	„ (jung)	—	—	—	97,0	8,1
14[1])	„	Ohlisberg	—	—	—	93,0	8,2
15[1])	„	„	—	—	—	94,0	8,7
16[1])	„	„	—	—	—	116,0	8,6
17[1])	Büdesheim	—	—	—	—	80,0	7,2
18[1])	„	—	—	—	—	78,0	8,5

No.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Zeit der Lese	Spez. Gewicht (Grade Oechsle)	Freie Säure g in 1 l
19[1])	Büdesheim	—	—	—	—	92,0	7,0
20[1])	Dromersheim	—	—	Portugieser	—	66,0	9,8
21[1])	„	—	—	„	—	77,0	8,3
22	Einsheim	Hinterm Ort	—	—	23. Okt.	82,9	12,0
23	„	Im Hang	—	—	„	78,0	12,8
24	Elsheim	—	—	—	25. Okt.	78,4	9,07
25	„	Hüberg	—	—	„	74,9	8,27
26	„	Rosengarten	—	—	„	74,4	9,82
27	Essenheim	Kleiner Berg	Gemischt	Grundboden u. Letten	19. Okt.	62,6	10,8
28	„	„	„	„	„	69,9	10,2
29	„	„	„	„	„	63,0	10,2
30	„	„	„	„	„	60,0	11,0
31	Gaualgesheim	Platt	—	—	„	70,5	9,3
32	„	Kuhruh	—	—	„	76,4	10,05
33	„	Lyden	—	—	„	72,0	9,0
34[1])	„	—	—	Riesling	—	65,0	10,3
35[1])	„	Michelkant	—	—	—	69,0	7,8
36[1])	„	„	—	—	—	68,0	8,3
37[1])	„	Mühle	—	—	—	79,0	7,8
38[1])	„	Kehl	—	—	—	69,0	11,5
39	Gaubickelheim	Goldberg	Ton	Gemischt	20. Okt.	82,2	8,3
40	„	Kassell	Schwerer Ton	„	„	81,1	7,6
41	„	Fels	Letten	Österreicher	„	72,1	8,8
42	Gr. Winternheim	Gass	Lehm gute Lage	„ (jung)	19. Okt.	87,6	10,0
43	„	Hann	Kies gute Lage	„	„	76,8	8,00
44	„	Häuserweg	„	„	„	85,9	9,40
45	„	Im Berg	Verm. Letten	„	„	77,8	9,8
46	Hahnheim	Kuhgewann	—	—	„	68,7	10,8
47	„	—	—	Österreicher	„	80,5	11,9
48	„	Moosberg	Steiniger Kalk	„	„	82,0	8,4
49	„	Kuh (Hahnheimer Berg)	Lehm	„	„	72,8	12,0
50	„	(Knopf)	Sandiger Lehm	„	18. Okt.	83,5	8,1
51	„	Knopf	Letten	„	„	92,0	7,4
52	„	Versch. Lagen	—	„	„	82,0	9,6
53	„	„	—	„	„	85,8	8,5
54	Harxheim	Küchelberg	Letten	„	„	68,6	12,4
55	„	Loch	Heller Lehm	„	„	75,6	13,3
56	„	An der Häuer	Schwarzer Lehm	„	„	76,6	10,6
57[1])	Kempten	—	—	—	—	69,0	11,6
58[1])	„	—	—	—	—	71,0	11,3
59	Mommenheim	Hüttweg	Ton Letten	Österreicher	18. Okt.	83,8	9,1
60	„	Hühnerschaar	„ „	„	„	78,9	9,2
61	„	Eulberg	Lehm	„	„	73,0	11,4
62	Nieder Olm	Diebzehnten	Steiniger Lehm	„	„	85,0	9,6
63	„	Geierschull	Lehm	„	„	72,8	11,4
64	Nieder Saulheim	Hauben	Letten	„	19. Okt.	82,3	10,4
65	„	Westenberg	„	„	„	76,4	9,2
66	„	Gabelberg	„	„	„	79,4	9,6
67	„	Norenberg	kiesiger Letten	„	„	82,3	10,4

No.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Zeit der Lese	Spez. Gewicht (Grade Oechsle)	Freie Säure g in 1 l
68	Ober. Ingelheim	—	—	—	19. Okt.	74,2	10,57
69[1]	Ockenheim	Klingelpfad	—	—	—	90,0	9,0
70	Partenheim	Ebert	Letten	Österreicher	19. Okt.	71,2	10,15
71	„	Hirschgarten	Grundboden	$^{2}/_{3}$ Österreicher $^{1}/_{3}$ Kleinberger	„	69,4	11,15
72	„	Hinterm Ort	„	Österreicher	„	79,9	10,2
73	Osthofen	—	—	—	—	71,0	9,15
74	Sauer-schwabenheim	Westerberg	Ton, Lehm, gute Lage	Österreicher	19. Okt.	78,8	10,0
75	„	Steinacker	Kies	„	„	80,8	9,2
76	„	—	—	—	„	79,6	9,3
77	„	—	—	—	„	78,7	9,6
78	Selzen	Berg	Letten	Österreicher	18. Okt.	88,2	8,0
79	„	Orgel u. Birkman	Rotes Steingeröll	„	„	85,5	7,0
80	„	Mörtel	Schwerer Letten	„	„	71,4	8,8
81	„	Tauberg	Lehm	„	„	84,4	8,8
82	Sörgenloch	Mohlborn	Kies	„	„	79,2	8,4
83	„	Vorderberg	„	„	„	81,2	8,8
84	Sprendlingen	Aurach	Mergel	„	20. Okt.	71,5	6,8
85	„	Grün	Stein. Grundb.	„	„	67,0	10,2
86	„	Aurach	Letten	Traminer Österr.	„	72,7	8,8
87	Stadecken	Spitzberg	„	Österreicher	„	76,5	6,3
88	„	Loch	„	„	„	75,4	10,7
89	„	Weisskopf	„	Österr. Riesling, Traminer	„	73,6	9,4
90	Vendersheim	Platz	—	Gemischt	„	74,4	8,2
91	„	Hohlweg	Steinig	„	„	75,4	9,2
92	„	Judenkirchhof	Letten	„	„	65,0	11,4
93	Wallertheim	Wiesberg (Ob. Lg.)	Mergel	Österreicher	„	71,2	8,8
94	„	„ (Mittl. Lg.)	„	„	„	71,4	8,8
95	Wörrstadt	Grafenberg	Letten	„	„	71,1	7,0
96	„	Pesten	Steiniger Ton	„	„	69,1	11,6
97	Zotzenheim	Viehtrift	Letten	„	„	78,8	7,7
98	„	Arach	Grundboden	„	„	75,0	8,4
99	„	Nack	Letten	„	„	74,0	8,6

[1]) Weinbau und Weinhandel.

b) Ausführliche Untersuchung.

No.	Gemarkung	Spez. Gewicht (Grade Oechsle)	Extrakt nach der Tabelle von Halenke-Möslinger berechnet	Zucker	Zuckerfreies Extrakt	Dextrose	Lävulose	Freie Säuren	Gesamt-Weinsäure	Freie Weinsäure	Mineral-bestandteile	Alkalinität der Asche in ccm Normal-Lauge	Alkalinität des wasserlösl. Teils der Asche in ccm Normal-Lauge
			g in 100 ccm										
22	Einsheim	82,9	21,82	17,12	4,70	9,06	8,6	1,20	0,573	0	0,382	4,75	2,7
23	„	78,0	20,52	16,28	4,24	—	—	1,28	0,585	0	0,413	5,25	2,95
24	Elsheim	78,4	20,62	16,2	4,42	8.52	7,65	0,908	0,570	0,195	0,268	2,5	1,3
25	„	74,9	19,69	15,87	3,82	7,96	7,91	0,827	0,363	0	0,400	3,1	1,8

No.	Gemarkung	Spez. Gewicht (nach Oechsle)	Extrakt nach der Tabelle von Halenke-Möslinger berechnet	Zucker	Zuckerfreies Extrakt	Dextrose	Lävulose	Freie Säuren	Gesamt Weinsäure	Freie Weinsäure	Mineral-bestandteile	Alkalinität der Asche in ccm Normal-Lauge	Alkalinität des wasserlösl. Teils der Asche in ccm Normal-Lauge
			g in 100 ccm										
26	"	74,4	19,56	15,86	3,70	7,95	7,91	0,982	0,420	0	0,332	2,9	1,5
31	Gaualgesheim	70,5	18,53	14,89	3,64	7,83	7,06	0,930	0,472	0,097	0,283	2,5	1,1
32	"	76,4	20,09	16,26	3,83	8,72	7,54	1.005	0,490	0.115	0,281	2,5	1,1
38	"	72,0	18,93	15,45	3,48	7,68	7,77	0,900	0,453	0	0,279	3,3	1,0
64	Nieder Saulheim	82,3	21,66	14,56	7,10	6,95	7,61	1,040	0,548	0,188	0,316	2,4	1,4
66	"	79,4	20,89	18,18	2,71	8,92	9,26	0,960	0,405	0	0,352	2,8	1,5
68	Ober-Ingelheim	74,2	19,51	15,41	4,10	7,32	8,09	1,057	0,547	0,142	0,305	2,7	1,4
87	Stadecken	76,5	20,12	18,10	2,02	9,09	9,01	0,630	0,483	0,188	0,264	2,0	1,0
88	"	75,4	19,83	16,97	2,86	8,62	8,35	1,070	0,585	0,075	0,321	3,4	2,0
89	"	73,6	19,35	16,38	2,97	7 96	8,42	0,940	0,428	0,038	0,331	2 6	1,4
95	Wörrstadt	71,1	18,69	13,29	5,40	6,55	6,74	0,700	0,360	0,015	0,303	2,3	1.1

Übersicht der 1900er Rheinhessischen Moste.

	Säure:	Mostgewicht:
Maxima	13,3	116,0
Minima	6,3	60,0

Säure ‰:

6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	12—13	13—14	‰ Säure enthalten
5	13	27	23	16	12	2	1	von den untersuchten 99 Proben oder
5	13,1	27,0	23,2	16,2	12,1	2	1	in % derselben

92% der untersuchten Moste enthalten zwischen 7—12 ‰ Säure

Mostgewicht

55—60	60—65	65—70	70—75	75—80	80—85	85—90	90—95	95—100	100—105	115—120	Grade Oechsle
1	3	12	24	24	14	9	7	2	2	1	besitzen von den 99 untersucht. Proben oder
1	3	12,1	24,3	24,3	14,1	9,1	7,1	2	2	1	in % derselben

83,9% der untersuchten Moste enthalten zwischen 65—90 Grade Oechsle

Moste des Jahres 1901.

No.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Zeit der Lese	Grade Oechsle	Freie Säure ‰	Fluor
1	Alsheim	Stratzenberg	—	Gemischt	1. Oktober	(angegohren)	10,5	—
2	"	Sandhöhle	—	Österr.u.Riesling	"	75,4	12,3	—
3	"	Kahl (beste Lage)	—	"	3. Oktober	92,0	13,95	—
4	"	Pappen Mittellage	—	Gemischt	"	61,2	13,65	—
5	Armsheim	—	—	—	—	61,0	12,0	—

No.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Zeit der Lese	Grade Oechsle	Freie Säure ‰	Fluor
6	Bechtheim	Berg	—	meist Österreicher	1. Okt.	61,3	11,4	Spuren
7	„	Geiersberg	—	„	2. „	70,4	11,4	—
8	„	Bohnengarten Löwenberg	—	Österreicher	—	65,9 (angegohren)	11,7	—
9	Dahlheim	—	—	—	—	63,4	11,4	—
10	Dienheim	Garten	—	Gemischt	2. Okt.	70,8	11,5	—
11	„	Tafelstein	—	Riesling u. Österr.	—	76,6	9,3	—
12	Dittelsheim	—	—	Österr. Traminer u. Kleinberger	—	54,3	10,95	—
13	„	Durchschnitts probe	—	Gemischt	—	52,8	10,65	—
14	Ebersheim	—	Letten	Österreicher	Ende Sept.	67,1	12,9	—
15	„	—	—	„	—	64,1	10,95	—
16	Essenheim	Grossenberg	Lehm u. Kalk	„	15. Okt.	61,6	10,1	—
17	„	„	„	„	15. „	66,8	9,9	—
18	„	„	„	„	15. „	68,8	10,3	Spuren
19	„	„	„	„	15. „	56,8	8,8	—
20	Gaubischofsheim	Thalwiese	Letten	Österr. u. Tramin.	14. „	69,0	8,7	—
21	„	Frohngewann	„	„	14. „	91,0	7,9	—
22	„	Steinweg	Kalk	„	14. „	81,5	9,4	—
23	„	Kehlpfad	—	Riesl. u. Österr.	—	82,0	9,15	—
24	Gross-Winternheim	Sass	Letten	Österreicher	15. Okt.	72,2	10,0	—
25	„	Hamm	Kies	Österr. u. Riesl	14. „	65,2	10,1	—
26	„	Berg	Letten	Österreicher	14. „	72,2	11,2	—
27	„	Mehlkammer	Kies	Österr. u. Riesl.	15. „	78,2	9,6	—
28	„	Berg im Kreuz	Kies u. Letten	Österreicher	15. „	69,2	11,4	—
29	„	Häuserweg	Kies, Ackerbod.	Österr. u. Riesl.	15. „	86,2	10,6	—
30	Hahnheim	Knopf	Letten u. Sand	Österreicher	12. „	79,2	9,6	—
31	„	Pfaffenröte	Steiniger Boden	„	12. „	78,7	9,6	—
32	„	Lettenkaut	Letten	„	12. „	80,9	9,0	—
33	„	Neuberg	Schwerer Boden	„	12. „	70,0 (angegohren)	10,4	—
34	Harxheim	Bischofsweg	Lehm	„	12. „	82,0	10,1	—
35	„	Überrück	Letten	„	12. „	76,0	9,7	—
36	„	Küchelberg	Schwarzer Boden	„	12. „	77,0	9,6	—
37	Heidesheim	—	—	Frühburgunder	—	73,6	8,6	—
38	Nackenheim	Rothenberg	—	—	—	90,3	9,6	—
39	Nieder-Olm	Ebersheimer Weg	Steiniger Kalk	Österreicher	11. Okt.	72,8	10,6	—
40	„	Diebszehntner	„	„	11. „	75,6	9,9	Spuren
41	Nieder-Saulheim	Norenberg	Sandiger Lehm	Tramin. u. Österr.	14. „	63,0	12,0	—
42	„	Wahlig	Letten	Österr., Muscateller u. Tramin.	14. „	75,6	9,2	—
43	„	Mittelpfad	Kiesiger Boden	Österreicher	14. „	66,9	11,0	—
44	„	Westerberg	Lehm	„	14. „	65,0	11,4	—
45	Odernheim	Petersberg	—	„	—	66,2	12,0	—
46	Oppenheim	Garten	—	Gemischt	1. Okt.	75,0	11,70	—
47	„	Herrenweiher	—	„	2. „	69,4	11,0	—
48	„	Goldberg	—	Riesl. u. Österr.	—	74,8	10,2	—
49	„	Krötenbrunnen	—	„	—	74,3	9,45	—
50	Partenheim	Sommerberg	Lehm	Öst. u. Portugies.	14. Okt.	49,8	12,9	—

No.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorte	Zeit der Lese	Grade Oechsle	Freie Säure ‰	Fluor
51	Partenheim	Ebent	Letten	Österreicher	14. Okt.	54,5	12,1	—
52	„	Himmelberg	Lehm u. Kalk	Öst. u. Kleinberg.	14. „	55,7	11,5	Spuren
53	Sauerschwabenheim	—	—	—	—	71,0	9,7	—
54	„	Vockenhausen	Letten	Österreicher	15. Okt.	81,2	9,5	—
55	„	Landgraben	Kies u. Ackerbod.	„	15. „	74,0	10,5	—
56	„	Häuserweg	Kies u. Aschenboden	Riesling	15. „	74,0	11,5	—
57	Selzen	Knopf	Letten	Österreicher	12. „	81,2	10,0	—
58	„	Mörtel	„	„	12. „	68,0	12,5	—
59	„	Sand	Sand	„	12. „	69,7	10,0	—
60	Sprendlingen	Gehre	Steinig. Boden	„	15. „	65,5	9,3	—
61	„	Pfarrwitthum	Mergel	„	15. „	50,6	12,15	—
62	„	Arach	Steinig. Boden	„	15. „	57,8	10,05	—
63	„	Rindersheim	Letten u. Kalk	„	15. „	57,9	11,25	—
64	Stadecken	—	—	—	—	60,6	10,8	—
61	„	Stein	Kies u. Ackerbod.	Österr. u. Riesl.	15. Okt.	73,8	11,5	—
66	„	Horner Kopf	Letten	„	15. „	76,8	10,0	—
67	„	Welchener Loch	„	Österreicher	15. „	64,9	12,4	—
68	Vendersheim	Weinheimerweg	„	„	14. „	57,4	12,7	—
69	„	Hütte	Letten u. Lehm	„	14. „	54,6	10,4	—
70	„	Hasensprung	Lehm	„	14. „	57,5	11,0	—
71	„	Sand	Sand. Boden	„	14. „	54,5	11,7	—
72	„	Guldenloch	Letten	„	14. „	56,4	11,9	—
73	Wallertheim	Finkenberg	„	meist Österr.	14. „	71,6	9,7	Spuren
74	„	Wiesberg	Kalkstein	„	14. „	54,4	11,2	—
75	„	Bornthal	Lehm	„	14. „	49,6	13,0	—
76	Wörrstadt	Eselskreisch	Letten	Österreicher	14. „	50,5	10,3	—
77	„	—	„	„	14. „	59,5	11,2	—
78	Zotzenheim	Robert	Grundboden	„	—	63,2	10,65	—
79	„	Horn	Steinig. Boden	„	—	63,0	9,45	—
80	„	Tiefweg	Letten	Gemischt	—	70,0	9,9	Spuren
81	„	Mainzerweg	Schwerer Boden	Österreicher	15. Okt.	61,0	10,5	—

Übersicht der 1901er Rheinhessischen Moste.

	Säure ‰:	Mostgewicht:
Maxima	13,95	92,0
Minima	7,9	49,8

Säure:

7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	12—13	13—14	‰ Säure enthalten
1	3	20	25	18	11	3	von den 81 untersuchten Proben oder
1,2	3,7	24,6	30,8	22,2	13,6	3,7	in % derselben

78% der Proben zwischen 9—12‰ Säure

Mostgewicht:

40—50	50—55	55—60	60—65	65—70	70—75	75—80	80—85	85—90	90—95	Grade Oechsle
2	8	8	13	15	14	10	6	1	3	besitzen von den 81 untersuchten Proben
2,5	9,9	9,9	16,1	18,5	17,2	12,3	7,4	1,2	3,7	oder in % derselben

ca. 20% zwischen 50—60° Oechsle

64% der Proben zwischen 60—80° Oechsle

Weine des

No.	Gemarkung	Lage	Traubensorte	Bodenart	Art der Düngung	Beobachtete Schädlinge oder Krankheiten der Reben	Zeit der Lese
1	Alsheim	Steinlände	Riesl. u. Österr.	Letten m. Sand	Ammoniumsulf., Superphosphat, Chlorkalium	0	14 – 15. Oktober
2	„	Sommerhäuschen	„	Lehm	desgl.	0	10.—12. Oktober
3	„	Oberer Hohl-Rosenberg	Österreicher	„	desgl.	0	20.—22. Oktober
4	„	Goldberg	Riesl. u. Österr.	Letten u. Lehm	desgl.	0	16.—18. Oktober
5	„	Hinterrech und Sandhöhle	Riesl., Traminer u. Österreicher	„	—	Trauben meist sehr faul	22. Okt.
6	Dolgesheim	Ölberg	Österreicher	„	—	„	26. „
7	Einsheim	—	„	Letten und schwerer Ton	—	—	—
8	Essenheim	Kleineberg	Kleinberger u. Österreicher	Fetter Lehm	—	0	20. Okt.
9	Gaualgesheim	Blätterweg u. Gausborn	Kleinberg, Österr., Gutedel, Traminer	Leichter Kiesboden und Schwarzgrund	—	Anfangs Sommer 1900 v. Oidium befallen; z. Z. der Lese gesund	16. „
10	„	Johannesberg, Kreuz u. Hippel	Österr., Riesl., Kleinberger	Schwarzgrund und Letten	Thomasmehl, Kali und Chilisalpeter	wie bei No. 9	18. „
11	„	Obere Sand-Steineck	Tockayer	Sand- und Kiesboden	desgl.	wie bei No. 9	17. „
12	Gensingen	—	Österr. u Riesl.	Kies und Letten	—	—	—
13	Gross Winternheim	Mainzer Berg	Österreicher	Kalk	—	—	—
14	Gimbsheim	Sperkel	Fast nur Österr.	Schwerer Ton	—	0	15. Okt.
15	„	Schlosshöll	„	„	—	0	15. „
16	Guntersblum	WowegSteinberg	Gemischt	Letten u. Lehm	—	Trauben meist sehr faul	16. „
17	Hahnheim	Moosberg (mittl. Lage)	Österreicher	Letten	—	0	25. „
18	Jugenheim	—	„	—	—	0	18.—20. Oktober
19	Mettenheim	Müll u. Gutjahr	$^1/_2$ Riesl., Rest gemischt, Trauben	Letten u. Lehm	—	Trauben meist sehr faul	19. Okt.
20	Ob.-Ingelheim	Horn	Österr. u. Riesl.	Kalk	—	—	—
21	„	Kehlweg	Österreicher	„	—	0 [1]	17.—20. Oktober
22	Oppenheim	Sackträger	Riesling	Letten u. Lehm	—	Trauben meist sehr faul	16. Okt.
23	„	Tafelstein	Riesl. u. Österr.	„	—	„	27. „
24	Osthofen	Wöllen	$^2/_3$ Riesling	„	—	„	25. „
25	Sprendlingen	An der Seit u. Wiesberg	Österreicher u. Portugieser	Blaugelber Ton mit Schleichsand	—	0	16. „
26	„	Von der Langliss	Österr. m. Gutedel u. Portug.	Grundboden	—	Vom Äscherich befallen	18. „

[1] Der 0,1 g in 100 ccm übersteigende Zuckergehalt ist in Abzug gebracht worden.

Jahres 1900.

Spez. Gewicht	Alkohol	Extrakt¹)	Mineral-bestandteile	Freie Säuren	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Alkalinität der Ges.-Asche in ccm Normal-Lauge	Alkalinität des wasserlösl. Teiles der Asche in ccm Normal-Lauge	Gesamtweinsäure	Freie Weinsäure	Glyzerin	Zucker	Polarisation Kreisgrade in 200 mm K.	Chlornatrium	Auf 100 Teile Alkohol kommen Teile Glyzerin	100 Extrakt : Asche	Extraktrest nach Abzug der freien Säuren	Säurerest	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren
0,9950	9,20	2,616	0,172	0,645	0,036	0,600	1,9	0,45	0,195	0	0,808	0,103	— 0,15	0,005	8,78	6,57	1,974	0,503	2,016
0,9942	9,20	2,502	0,173	0,555	0,046	0,497	2,0	0,6	0,173	0	0,815	0,093	— 0,22	0,006	8,85	6,91	1,947	0,411	2,005
0,9957	8,28	2,460	0,208	0,555	0,037	0,508	2,2	0,65	0,176	0	0,734	0,064	— 0,03	0,009	8,86	11,82	1,905	0,420	1,952
0,9956	8,35	2,525	0,178	0,660	0,052	0,596	1,65	0,40	0,195	0	0,881	0,089	— 0,15	0,006	9,57	7,04	1,868	0,499	1,932
0,9957	9,13	2,726	0,296	0,480	0,050	0,417	3,2	1,4	0,076	0	0,756	0,138	+ 0	0,014	8,28	10,70	2,284	0,379	2,309
0,9950	8,28	2,367	0,236	0,510	0,040	0,460	2,6	1,3	0,128	0	0,647	Spuren	— 0,18	0,009	7,81	9,95	1,857	0,396	1,907
0,9954	7,80	2,189	0,295	0,435	0,038	0,387	3,1	1,4	0,101	0	0,654	0	— 0,11	0,009	8,38	13,47	1,754	0,337	1,802
0,9988	5,70	2,165	0,239	0,465	0,071	0,337	2,6	1,35	0,165	0	0,450	Spuren	— 0,11	0,008	7,89	11,04	1,70	0,295	1,828
0,9931	8,70	2,001	0,182	0,510	0,046	0,453	1,8	0,75	0,195	0	0,629	0,095	— 0,15	0,007	7,22	9,09	1,491	0,356	1,548
0,9936	9,34	2,287	0,200	0,615	0,049	0,554	2,05	0,80	0,233	0	0,684	0,040	— 0,15	0,007	7,32	8,74	1,672	0,438	1,733
0,9929	9,49	2,315	0,215	0,450	0,055	0,381	1,85	0,80	0,176	0	0,624	Spuren	— 0,18	0,008	6,57	9,28	1,865	0,293	1,934
0,9966	6,73	2,188	0,286	0,458	0,049	0,397	2,9	1,55	0,139	0	0,703	0	— 0,18	0,008	10,44	13,07	1,730	0,328	1,791
0,9942	7,60	1,886	0,152	0,585	0,037	0,538	1,6	0,55	0,273	0,033	0,551	0,066	— 0,23	0,007	7,20	8,05	1,301	0,385	1,348
0,9948	7,73	2,003	0,221	0,690	0,020	0,665	2,4	1,1	0,135	0	0,660	0,066	— 0,18	0,009	8,53	11,03	1,313	0,598	1,328
0,9955	7,46	2,033	0,243	0,713	0,026	0,682	2,2	1,1	0,150	0	0,527	0,057	— 0,15	0,009	7,06	11,95	1,320	0,607	1,351
0,9945	9,27	2,508	0,270	0,495	0,050	0,432	2,8	1,4	0,079	0	0,605	0	— 0,07	0,010	6,52	10,76	2,013	0,393	2,076
0,9951	8,07	2,326	0,313	0,435	0,054	0,368	3,1	1,7	0,116	0,004	0,579	Spuren	— 0,22	0,009	7,17	13,45	1,891	0,310	1,958
0,9947	8,56	2,191	0,165	0,765	0,044	0,710	1,9	0,75	0,289	0	0,723	0,105	— 0,07	0,004	8,44	7,51	1,431	0,564	1,481
0,9953	8,49	2,533	0,250	0,495	0,041	0,444	2,7	1,1	0,135	0	0,734	0,046	— 0,15	0,012	8,64	9,87	2,038	0,377	2,089
0,9961	6,66	1,921	0,193	0,577	0,036	0,532	2,3	0,75	0,247	0	0,503	Spuren	— 0,20	0,008	7,5	10,04	1,344	0,409	1,389
0,9952	7,87	2,126	0,194	0,638	0,065	0,557	1,25	0,35	0,293	0,105	0,656	0,038	— 0,11	0,007	8,33	9,12	1,488	0,358	1,569
0,9947	8,84	2,380	0,308	0,405	0,044	0,350	2,85	1,20	0,109	0	0,664	0,055	— 0,11	0,011	7,28	12,94	1,975	0,296	2,030
0,9955	7,87	2,305	0,266	0,435	0,037	0,389	2,8	1,2	0,139	0	0,585	0	+ 0	0,009	7,71	11,54	1,870	0,320	1,916
0,9967	7,46	2,337	0,226	0,525	0,054	0,458	2,3	0,9	0,165	0	0,647	0,046	+ 0	0,010	8,67	9,67	1,812	0,376	1,879
0,9967	6,86	2,110	0,295	0,450	0,032	0,409	3,1	1,7	0,116	0	0,504	Spuren	— 0,18	0,009	7,31	13,98	1,660	0,351	1,701
0,9969	6,86	2,156	0,292	0,525	0,025	0,494	2,7	1,6	0,090	0	0,518	Spuren	— 0,13	0,011	7,53	13,54	1,631	0,449	1,662

No.	Gemarkung	Lage	Traubensorte	Bodenart	Art der Düngung	Beobachtete Schädlinge oder Krankheiten der Reben	Zeit der Lese
27	Vendersheim	Guldenloch, Judenkirchhof, Wörrstadt u. Weinheimer-Weg	Österreicher	Schwerer Grund und Letten	—	0	15. Okt.
28	„	An der Hütte Breslanden, Hintergrund, Steinkaute	„	„	—	0	15. „
29	„	—	Österreicher u. Kleinberger	Schwerer Letten	—	Oidium (nicht stark)	Ende Okt.
30	Waldülversheim	Farrenberg	Riesl. u. Österr.	Letten u. Lehm	—	Trauben meist sehr faul	18. Okt.
31	Wallertheim	Aus der Heil	Österreicher	Grundboden mit Kies	—	0	20. „
32	Wintersheim	Lennerich	Gemischt	Letten u. Lehm	—	Trauben meist faul	18. „
33	Wörrstadt	Kehlberg	Österreicher	Ton und Kies	—	—	—
							Minimum
							Maximum

¹) Der 0,1 g in 100 ccm übersteigende Zuckergehalt ist in Abzug gebracht worden.

Weine des

No.	Gemarkung	Lage	Traubensorte	Bodenart	Wurde künstlicher Dünger angewendet und welcher?	Waren die Reben krank?	Zeit der Lese	Spezifisches Gewicht
1	Bechtheim	—	Österr. u. Riesling	—	—	nein, teils edel, teils sauerfaul	5. Oktober	0,9978
2	Bodenheim	Bayn	Österreicher	mit Kalkstein durchsetzter leichter Lehm	—	—	—	0,9986
3	Ebersheim	—	Österreicher und Riesling	—	—	nein, teils edel, teils sauerfaul	14. Okt.	0,9978
4	Elsheim	Grosser Berg	„	Kalk u. Letten	—	nein, Sauerfäule	—	0,9975
5	Ensheim	—	Österreicher	fetter Lehm	—	„	—	0,9981
6	Essenheim	—	—	—	—	—	—	0,9971
7	Framersheim	—	Riesling	—	nein	Spuren Oidium, Edelfäule	19. Okt.	1,0000
8	„	—	Portugieser (weiss gekeltert)	—	„	nein	20. bis 22. Okt.	1,0019
9	Fürfeld	—	Österreicher	—	—	„	20. Okt.	1,0015
10	Gaualgesheim	Johannisberg und Lyden	Österreicher und Gutedel	Schwarzgrund	Ammoniumsulfat	„	14. „	0,9972
11	Gumbsheim	Schlosshöll	Österreicher	Letten	nein	nein, Sauerfäule	8. bis 12. Okt.	0,9972

Spez. Gewicht	Alkohol	Extrakt[1]	Mineral-bestandteile	Freie Säuren	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Alkalinität der Ges.-Asche in ccm Normal-Lauge	Alkalinität des wasserlösl. Teiles der Asche in ccm Normal-Lauge	Gesamtweinsäure	Freie Weinsäure	Glyzerin	Zucker	Polarisation Kreisgrade in 200 mm K.	Chlornatrium	Auf 100 Teile Alkohol kommen Teile Glyzerin	100 Extrakt : Asche	Extraktrest nach Abzug der freien Säuren	Säurerest	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren
0,9964	6,93	2,056	0,246	0,488	0,047	0,429	3,0	1,25	0,128	0	0,446	0	— 0,07	0,006	6,43	11,96	1,568	0,365	1,627
0,9976	7,46	2,377	0,259	0,780	0,032	0,740	2,95	1,15	0,169	0	0,530	0,062	— 0,07	0,008	7,23	10,89	1,597	0,656	1,637
0,9962	7,06	2,121	0,267	0,480	0,053	0,414	3,0	1,55	0,165	0	0,496	Spuren	— 0,07	0,008	7,02	12,58	1,641	0,332	1,707
0,9943	8,77	2,354	0,232	0,510	0,052	0,446	2,3	1,3	0,128	0	0,683	„	— 0,11	0,015	7,78	9,85	1,844	0,382	1,908
0,9985	6,59	2,288	0,305	0,645	0,034	0,603	2,8	1,5	0,150	0	0,479	0	— 0,07	0,012	7,26	13,33	1,643	0,528	1,685
0,9946	8,63	2,289	0,238	0,525	0,044	0,470	2,25	1,00	0,139	0	0,532	0	— 0,11	0,011	6,16	10,39	1,764	0,401	1,819
0,9983	6,27	2,224	0 275	0,773	0,037	0,726	2,5	1,1	0,150	0	0,504	Spuren	— 0,11	0,005	8,03	12,36	1,451	0,651	1,498
0,9942	5,70	1,886	0,152	0,435	0,020	0,337	1,25	0,35	0,076	—	0,446	—	± 0	0,004	6,16	6,57	1,801	0,293	1,351
0,9986	9,49	2,764	0,313	0,780	0,071	0,740	3,20	1,70	0,293	0,105	0,815	0,138	— 0,23	0,015	10,44	13,98	2,284	0,656	2,309

Jahres 1901.

Alkohol	Gesamt-Extrakt	Zuckerfreies Extrakt	Mineral-bestandteile	Freie Säure	Flüchtige Säure	Nichtflüchtige Säure	Alkalinität der Gesamtasche in ccm Normal-Lauge	Alkalinität des wasserlöslichen Teiles in ccm Normal-Lauge	Gesamt-Weinsäure	Freie Weinsäure	Glyzerin	Zucker	Chlornatrium	Polarisation Grade Wild im 200 mm Rohr	Auf 100 Teile Alkohol kommen Teile Glyzerin	Auf 100 Teile Extrakt kommen Teile Asche	Säurerest Möslinger	Extraktrest nach Abzug der freien Säuren	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren
6,34	2,279	2,279	0,233	0,563	0,055	0,44	2,2	1,1	0,170	—	0,444	0	0,008	— 0,03	7,0	10,22	0,409	1,716	1,839
6,59	2.796	2,796	0,298	0,495	0,058	0,422	2,2	1,1	0,150	—	0,820	Spuren	0,008	+ 0	12,07	10,66	0,347	2,301	2,374
7,12	2,625	2,625	0,255	0,615	0,070	0,528	2,0	0,8	0,158	—	0,721	0	—	— 0,11	10,12	9,71	0,449	2,010	2,097
6,27	2,112	2,112	0,208	0,525	0,041	0,474	2,3	1,2	0,165	—	0,459	Spuren	0,007	— 0,11	7,32	9,84	0,392	1,587	1,638
6,08	2,252	2,252	0,275	0,495	0,047	0,436	3,3	2,0	0,109	—	0,557	0	0,008	+ 0	9,16	12,21	0,382	1,757	1,816
6,14	1,906	1,906	0,204	0,600	0,041	0,549	1,9	0,8	0,248	—	0,417	Spuren	0,005	— 0,18	6,79	10,70	0,425	1,306	1,357
4,83	2,072	2,072	0,288	0,525	0,047	0,467	3,2	2,0	0,165	—	0,421	0	0,009	— 0,11	8,71	13,80	0,384	1,547	1,605
4,53	2,491	2,491	0,301	0,750	0,065	0,669	3,7	2,3	0,165	—	0,567	0,105	0,007	— 0,11	12,51	12,10	0,586	1,736	1,822
5,99	2,088	1,996	0,269	0,555	0,076	0,460	3,0	1,8	0,177	—	0,422	0,109	0,012	— 0,07	10,57	13,48	0,371	1,594	1,619
6,78	2.268	2,268	0,218	0,630	0,062	0,553	2,4	1,4	0,228	—	0,550	0	0,005	— 0,07	8,17	9,61	0,439	1,638	1,715
6,73	2,210	2,210	0,263	0,510	0,062	0,433	2,3	1,1	0,075	—	0,703	0	0,009	+ 0	10,5	11,44	0,395	1,700	1,777

No.	Gemarkung	Lage	Traubensorte	Bodenart	Wurde künstlicher Dünger angewendet und welcher?	Waren die Reben krank?	Zeit der Lese	Spezifisches Gewicht
12	Gunbsheim	Sperkel	Österreicher	Letten	nein	nein, etwas Sauerfaule	8. bis 12. Okt.	0,9974
13	Gau Bischofsheim	Sandkaut und Kehlpfad	Österreicher und Riesling	—	—	nein, teils edel, teils sauerfaul	12. Okt.	0,9980
14	Hahnheim	Moosberg und Kuhgewann	Österreicher	Kalk und Lehm	Salpeter	nein	Anfang Oktober	0,9957
15	Jugenheim	—	Österreicher	—	—	—	—	0,9985
16	Nackenheim	Sonnenwende	„	Rotliegendes	—	—	—	0,9977
17	„	Unterer Rotenberg	„	„	—	—	—	1,0073
18	Nierstein	—	Österr. u. Riesling	roter Kies (schwerer Boden)	nein	nein	23. Sept.	0,9932
19	„	—	„	Lehm	Chlorkali, Doppelsuperphosphat, Chilisalpeter	nein, Edelfaule	14. Okt.	0,9936
20	„	—	„	roter Boden Grund	nein	„	21. Okt.	0,9933
21	„	Kreuzberg	„	—	—	nein, teils edel, teils sauerfaul	19. Okt.	0,9964
22	Ober Hilbersheim	—	—	—	—	Oidium	24. Okt.	0,9917
23	Ober-Ingelheim	Horn	Österreicher und Kleinberger	Kalk	nein	nein, Sauerfaule	—	0,9971
24	Ober-Saulheim	—	Riesling	—	—	nein	Ende Oktober	0,9999
25	Oppenheim	Grundgarten	4/5 Riesling	—	—	„	21. Okt.	0,9945
26	„	Kehrweg	Österreicher	Leichter Lehm	—	—	—	0,9987
27	Siefersheim	—	Österreicher und Kleinberger	—	—	Edelfaule	20. Okt.	0,9999
28	Sulzheim	—	Österreicher und Portugieser	—	ja	Peronospora	20. „	1,0002
29	Vendersheim	—	Sylvaner, Traminer, Riesling	—	—	nein, etwas Sauerfaule	—	1,0005
30	„	—	Österreicher	—	—	—	—	0,9987
31	„	Verschieden	„	Verschieden	nein	nein, etwas Sauerfaule	Ende Oktober	0,9997
32	„	—	„	„	„	„	„	1,0009
33	Wallertheim	—	„	kalkhaltiger Ton	„	„	12. Okt.	1,0003
34	„	—	„	—	—	Peronospora	23. „	1,0004
							Minimum	0,9917
							Maximum	1,0073

Alkohol	Gesamt-Extrakt	Zuckerfreies Extrakt	Mineral-bestandteile	Freie Säure	Flüchtige Säure	Nichtflüchtige Säure	Alkalinität der Gesamtasche in ccm Normal-Lauge	Alkalinität des wasserlöslichen Teiles in ccm Normal-Lauge	Gesamt-Weinsäure	Freie Weinsäure	Glyzerin	Zucker	Chlornatrium	Polarisation Grade Wild im 200 mm Rohr	Auf 100 Teile Alkohol kommen Teile Glyzerin	Auf 100 Teile Extrakt kommen Teile Asche	Säurerest Möslinger	Extraktrest nach Abzug der freien Säuren	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren
5,83	1,926	1,926	0,267	0,518	0,096	0,398	2,5	1,3	0,150	—	0,480	0	0,007	— 0,11	8,23	13,86	0,333	1,408	1,528
6,86	2,644	2,644	0,246	0,555	0,071	0,466	1,8	0,7	0,178	—	0,741	Spuren	0,011	— 0,07	10,8	9,30	0,379	2,089	2,178
7,19	2,089	2,089	0,281	0,570	0,035	0,526	2,4	0,9	0,188	—	0,512	"	0,009	— 0,11	7,12	13,45	0,432	1,519	1,563
5,83	2,090	2,090	0,244	0,600	0,031	0,561	2,0	0,8	0,165	—	0,587	0	0,008	— 0,22	10,07	11,67	0,478	1,40	1,529
9,63	3,634	3,584	0,287	0,698	0,072	0,602	2,5	1,2	0,038	—	1,225	0,150	0,007	+ 0,11	12,72	8,00	0,584	2,886	2,982
9,27	5,645	5,294	0,506	1,013	0,142	0,836	5,1	3,8	0,030	—	1,343	0,451	0,005	+ 0,30	14,49	9,56	0,821	4,281	4,458
11,04	2,830	2,830	0,275	0,645	0,056	0,575	2,2	1,0	0,098	—	0,783	0,089	0,006	± 0	7,11	9,07	0,526	2,185	2,255
11,19	3,016	3,016	0,298	0,585	0,065	0,504	2,15	1,0	0,068	—	0,920	0,098	0,010	— 0,07	8,22	9,88	0,470	2,431	2,512
12,81	3,420	3,336	0,335	0,735	0,076	0,640	2,3	1,1	0,105	—	1,146	0,184	0,006	± 0	9,1	11,04	0,587	2,601	2,696
8,98	2,953	2,932	0,289	0,555	0,055	0,486	2,4	1,2	0,105	—	0,607	0,121	0,006	± 0	6,76	9,86	0,433	2,377	2,446
9,13	1,765	1,765	0,215	0,585	0,040	0,535	1,7	0,6	0,255	—	0,400	0	0,008	± 0	4,4	12,12	0,405	1,180	1,230
6,40	2,077	2,077	0,211	0,570	0,055	0,501	2,1	1,2	0,229	—	0,433	Spuren	0,007	— 0,07	6,76	10,11	0,387	1,507	1,576
4,65	2,048	2,048	0,245	0,585	0,029	0,549	2,7	1,5	0,165	—	0,356	0	0,006	— 0,07	7,61	11,47	0,467	1,463	1,499
8,49	2,339	2,810	0,167	0,630	0,052	0,565	1,8	0,9	0,225	—	0,749	0,129	0,006	— 0,18	8,82	7,23	0,437	1,680	1,745
6,59	2,639	2,639	0,257	0,615	0,064	0,536	2,2	1,1	0,203	—	0,687	0	0,007	± 0	10,42	9,73	0,434	2,024	2,103
4,83	2,102	2,102	0,256	0,660	0,072	0,570	2,9	1,8	0,180	—	0,485	0	0,009	— 0,15	10,04	12,17	0,480	1,442	1,532
4,53	1,998	1,998	0,275	0,525	0,055	0,456	3,1	1,9	0,177	—	0,424	0	0,006	— 0,22	9,36	13,76	0,367	1,473	1,542
4,47	2,018	2,018	0,274	0,480	0,034	0,438	2,5	1,3	0,098	—	0,368	Spuren	0,004	— 0,11	8,23	13,57	0,389	1,538	1,580
5,08	1,938	1,938	0,269	0,435	0,050	0,373	2,8	1,8	0,165	—	0,438	"	0,004	— 0,11	8,62	13,88	0,291	1,503	1,565
5,26	2,232	2,232	0,275	0,503	0,050	0,441	3,0	1,9	0,161	—	0,503	0	0,004	— 0,07	9,56	12,32	0,360	1,729	1,791
4,41	1,991	1,991	0,253	0,810	0,024	0,780	2,6	1,4	0,180	—	0,343	0	0,005	± 0	7,77	12,70	0,690	1,181	1,211
5,08	2,298	2,298	0,288	0,570	0,046	0,512	2,7	1,4	0,150	—	0,412	0	0,006	— 0,18	8,11	12,53	0,437	1,728	1,786
4,29	1,951	1,951	0,267	0,548	0,055	0,479	3,0	1,8	0,185	—	0,462	0	0,007	— 0,07	10,76	13,68	0,386	1,403	1,472
3,90	1,765	1,765	0,167	0,435	0,024	0,373	1,7	0,6	0,030	—	0,343	0	0,004	0	4,4	7,23	1,180	0,291	1,211
12,81	5,645	5,294	0,506	1,013	0,142	0,836	5,1	3,8	0,255	—	1,343	0,451	0,012	— 0,22 + 0,30	14,49	13,88	4,281	0,821	4,458

B. Bergstrasse und Odenwald.

Bericht des chemischen Untersuchungsamtes Darmstadt. Professor Dr. **Weller.**

Bezüglich des Jahres 1899 ist das Folgende zu bemerken:

Ein milder Winter hatte dazu beigetragen, dass die Reben völlig ausreiften und zu guten Hoffnungen berechtigten mit Ausnahme, wo die Reben durch Krankheiten gelitten haben, welche jedoch nur vereinzelt auftraten, da überall gegen dieselben (Oidium und Peronospora) durch Schwefeln und Spritzen der Reben mit Kupferbrühe auf Veranlassung der Behörden mit Erfolg vorgegangen werden konnte.

Bei dem unfreundlichen, nasskalten Frühjahr ging die Entwickelung der Reben nur sehr langsam vorwärts, die Blüte kam spät und hatte in den besseren frühen Lagen einen sehr ungünstigen Verlauf, während die später in Blüte gegangenen Rebfelder infolge besseren Wetters einen viel stärkeren Fruchtansatz erlangten.

Wie die Blüte, so ist auch das Erträgnis des 1899er Herbstes nach den einzelnen Lagen ganz verschieden und schwankte zwischen $^1/_{10}$ bis $^3/_4$ Ernte.

Die Trauben erreichten bei der späten Blüte, trotz der herrlichen Monate Juli und August, durch den sehr ungünstigen aber entscheidenden Monat September nicht durchgängig die volle Reife, so dass der 1899er Jahrgang nach seiner Qualität unter die mittleren Jahrgänge einzureihen ist.

Das Jahr 1900 war entschieden für die Entwicklung der Reben günstiger, in diesem Jahre hatten dieselben gut überwintert, die Frühjahrsfröste im Mai brachten nur in einzelnen Gegenden der Bergstrasse einige Nachteile, jedoch war die meist rauhe Witterung für die Reben nicht vorteilhaft, so dass erst Mitte Juni die Blüte begann und sehr langsam und ungleich verlief. Trotzdem setzten die Reben doch ziemlich viele Trauben an, deren Wachstum durch das überaus günstige Wetter im Juli ganz wesentlich gefördert wurde.

Das überaus schöne Wetter im September brachte die Trauben zur vollen Reife, gerne hätte man dieselben, um ein höheres Mostgewicht zu erzielen, noch am Stock hängen lassen, jedoch die anhaltend schweren Regen Ende September verursachten eine rasch überhandnehmende Sauerfäule, infolge dessen die Winzer genötigt waren, mit der Lese schon Ende September zu beginnen.

Das Resultat war im Durchschnitt eine halbe Ernte eines guten Mittelweines.

Trotz des im allgemeinen besseren Resultates dieses Jahrganges gegenüber demjenigen von 1899 waren sowohl die Moste als wie die Weine im wesentlichen in ihrer chemischen Zusammensetzung nicht sehr verschieden.

Nur war der Säuregehalt der Moste der 1899er Ernte ein im Allgemeinen höherer als derjenige des Jahres 1900, so dass auch infolgedessen die 1900er Weine einen meistens geringeren Säuregehalt als die 1899er Weine besassen.

Abnorm zusammengesetzte Weine wurden nicht beobachtet und waren auch sämtliche Weine den Anforderungen des im Jahre 1901 in Kraft getretenen Weingesetzes entsprechend zusammengesetzt.

Was die vor einiger Zeit vorgeschlagene Grenzzahl eines Säurerestes von mindestens 0,3 g für gezuckerte Weissweine anbetrifft, so können wir auf Grund unseres Analysenmaterials eine bestimmte Erklärung in dieser Hinsicht noch nicht abgeben, indem wir zunächst zur Beantwortung dieser Frage noch weiteres Material sammeln müssen.

Nur soviel sei gesagt, dass wir seit einigen Jahren infolge Besitzes eines eigenen Weinberges in der Lage sind, selbst hergestellte Weine auf ihre Zusammensetzung prüfen zu können; infolgedessen haben wir im Jahre 1900 etwa 900 Liter reinen Naturwein und aus den Trestern desselben unter Zusatz von Zucker und Wasser etwa die gleiche Menge Tresterwein hergestellt und geben wir nachstehend das Resultat der chemischen Untersuchung dieser beiden Weine bei.

Wie man aus dieser Zusammenstellung ersieht, entspricht dieser Tresterwein vollkommen den gesetzlichen Anforderungen insbesondere auch in bezug auf einen Säurerest von mindestens 0,3 g.

Infolge dieses Resultates scheint es daher bis jetzt immer noch nicht möglich zu sein, einen normal hergestellten Tresterwein von anderen sehr stark gestreckten Weissweinen in bezug auf ihren Säurerest von mindestens 0,3 g unterscheiden zu können und ist diese Grenzzahl bislang jedenfalls nur mit Vorsicht anzuwenden.

Wir werden die Versuche nach dieser Richtung fortsetzen und über das Ergebnis derselben später berichten.

Weisswein.

In 100 ccm Wein sind enthalten g	Jahrgang 1899		Jahrgang 1900	
	Maximalgehalt	Minimalgehalt	Maximalgehalt	Minimalgehalt
Bergstrasse.				
Alkohol g %	10,89	5,95	10,07	5,26
Extrakt %	3,1340	1,7066	2,8240	1,6530
Gesamt-Säuren auf Weinsäure berechnet %	0,9825	0,4525	0,7860	0,3600
Mineralbestanbteile (Asche) %	0,4128	0,1812	0,4430	0,2040
Extraktrest (frei von Säuren u. Zucker) %	2,2224	1,2257	2,3640	1,0010
Odenwald.				
Alkohol g %	10,89	8,07	9,42	5,45
Extrakt %	2,8424	2,1166	2,7210	1,8960
Gesamt-Säuren auf Weinsäure beberechnet %	0,9825	0,5400	0,6800	0,4540
Mineralbestandteile (Asche) %	0,2324	0,1846	0,2940	0,2010
Extraktrest (frei von Säuren u. Zucker) %	2,0676	1,6177	2,1480	1,1880

Weisswein, Schlossberg,
Auerbach a. d. B. Jahrgang 1900. Eigenes Wachstum.

Reiner Naturwein.

Spezifisches Gewicht des Weines bei 15° C	0,9999
Polarisation	— 0,4° V.S.
Extrakt	3,1212 %
Mineralbestandteile (Asche)	0,3116 „
Gesamt-Säuren als Weinsäure berechnet	0,7275 „
Flüchtige Säuren, als Essigsäure berechnet	0,1140 „
Alkohol	9,56 g „
Glyzerin	0,9305 „
Gesamt-Weinsäure	0,1144 „
Freie Weinsäure	0
Zucker	0,1085 „
Säurerest	0,5255 „

Weinbaubezirk

Moste des

No.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Zeit der Lese	Traubensorte
1	Auerbach	Margarethenberg	Lehm, Sand, Stein	12. 10.	Österreicher
2	„	Köhlersberg	Kies, Lehm, Stein	28. 10.	Österr., Riesling
3	„	Schlossberg	Stein, Löss	25. 10.	Österr., Veltliner
4	„	Köhlersberg, Burgweg	Kies, Lehm, Stein	„	Österr., Riesling
5	Bensheim	Kirschberg, Heinchen	Verwitterter Granit	21. 10.	„ „
6	„	Obere Kalkgasse	„ „	„	„ „
7	„	Geyersberg	„ „	20. 10.	„ „
8	„	Vetzersberg	Kies, Letten	„	„ „
9	„	Hemsberg	Granit	„	„ „
10	„	Wolfsmagen	„	„	„ „
11	„	Kalkgasse	Verwitterter Granit	„	„ „
12	„	Hemsberg	Granit	„	„ „
13	„	Hahnberg	Kies	„	„ „
14	Heppenheim	Gemischte Lage	Stein, Löss	10. 10.	„ „
15	„	Kirchenecke, Steckental, Stemmler	Löss, Kies	„	„ „
16	„	Kirchenecke, Maiberg	Stein	„	„ „
17	„	Stemmler	Löss	„	„ „
18	„	Blinzig, Frohweinberg, Steinkopf	Löss, Buntsandstein	„	„ „
19	„	Im Sand	Sandboden	25. 9.	Portugieser
20	„	Steinkopf	Buntsandstein, Löss	20. 10.	Gemischter Satz
21	„	Weisser Rain	Löss	„	Österr., Riesling
22	Seeheim	Hofgut Fürstenlager, Im Brauneberg	Kies	12. 10.	Gemischter Satz
23	Zwingenberg	Im Wallrat u. a. d. Ebene	„	20. 10.	Österr., Riesling
24	„	Im Krämer, Steinkretel	Stein, Löss	14. 10.	„ „
25	„	Hemmrich	Lehm	21. 10.	„ „
26	„	Im Krämer	Kies	18. 10.	„ „
27	„	Luzeberg	Sand, Löss	6. 10.	„ „
					Maximum
					Minimum

Tresterwein, selbst hergestellt, aus den Trestern von etwa 900 Litern Naturmost, 70 Kilo reinem kristallisiertem Rübenzucker mit Wasser auf etwa 900 Liter aufgefüllt.

Spezifisches Gewicht des Weines bei 15° C	0,9959
Polarisation	— 0° V-S.
Extrakt	1,6028 %
Mineralbestandteile (Asche)	0,1872 „
Gesamt-Säuren, auf Weinsäure berechnet	0,5250 „
Flüchtige Säuren, auf Essigsäure berechnet	0,1020 „
Alkohol	6,79 g „
Glyzerin	0,6762 „
Gesamt Weinsäure	0,1688 „
Freie Weinsäure	0
Zucker	unter 0,1 „
Säurerest	0,3131 „

Bergstrasse.

Jahres 1899.

Spezifisches Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. Grade Oechsle	Polarisation O. W. 200 mm Rohr	Extrakt nach der Tabelle %	Nicht-Zucker %	Zucker gewichtsanalytisch %	Davon sind		Auf ein Teil Dextrose treffen Teile Lävulose %	Gesamtsäuren als Weinsäure berechnet %	Weinsäure		Mineralbestandteile %
					Lävulose %	Dextrose %			insgesamt %	frei %	
1,0608	— 5,72	15,76	2,01	13,75	6,83	6,92	0,98	1,5750	0,3300	0	0,4496
1,0893	— 9,72	23,22	3,62	19,60	11,45	11,11	1,03	1,1850	0,6037	0	0,4120
1,0890	— 8,74	23,14	3,70	19,44	—	—	—	0,8620	—	—	0,2284
1,0700	— 5,90	18,16	3,46	14,70	—	—	—	0,7650	—	—	0,1952
1,0874	— 7,56	22,72	4,00	18,72	9,32	9,40	0,99	1,0200	0,3638	0	0,3648
1,0832	— 7,20	21,62	4,02	17,60	8,86	8,74	1,01	0,9970	0,3600	0	0,4132
1,0829	— 6,84	21,54	3,01	18,53	9,13	9,40	0,97	1,0130	0,3938	0	0,3584
1,0649	— 5,60	16,83	2,71	14,12	—	—	—	0,8400	0,3150	0	0,5412
1,0743	— 6,84	19,29	3,00	16,29	8,27	8,02	1,03	0,9150	0,3600	0	0,3320
1,0732	— 6,96	19,00	3,00	16,00	8,14	7,86	1,03	1,1550	0,4275	0	0,3988
1,0720	— 6,32	18,69	4,03	14,66	7,44	7,22	1,03	1,2000	0,4462	0,0255	0,4152
1,0676	— 7,14	17,54	2,50	15,04	8,52	8,35	1,02	1,2000	0,4238	0	0,3920
1,0683	— 6,36	17,72	3,06	14,66	7,45	7,21	1,03	1,2600	0,3713	0	0,2756
1,0880	— 7,54	22,88	4,04	18,84	—	—	—	1,0725	—	—	0,3176
1,0701	— 6,84	18,19	2,45	15,74	—	—	—	0,8700	—	—	0,2348
1,0651	— 5,70	16,88	2,64	14,24	—	—	—	0,8250	—	—	0,2700
1,0692	— 6,72	17,95	2,49	15,46	—	—	—	1,1400	—	—	0,2140
1,0740	— 6,78	19,21	2,92	16,29	—	—	—	1,1850	—	—	0,4388
1,0680	— 6,34	17,64	2,86	14,78	—	—	—	0,7500	—	—	0,3516
1,0779	— 6,60	20,23	5,06	15,17	7,72	7,45	1,03	1,0950	0,3975	0	0,4428
1,0820	— 6,82	21,31	5,02	16,29	8,19	8,11	1,01	1,3575	0,3637	0	0,4672
1,0684	— 6,56	17,75	2,32	15,43	7,79	7,64	1,02	1,5300	0,7575	0,1815	0,4584
1,0828	— 8,80	21,52	3,52	18,00	—	—	—	1,0200	—	—	0,2756
1,0720	— 6,44	18,69	2,55	16,14	—	—	—	0,9150	—	—	0,1932
1,0838	— 7,19	21,78	3,98	17,80	—	—	—	0,8400	—	—	0,2460
1,0832	— 7,42	21,62	2,98	18,64	—	—	—	0,9150	—	—	0,3004
1,0842	— 7,82	21,88	2,90	19,98	—	—	—	0,7050	—	—	0,1968
1,0893	— 9,72	23,22	5,06	19,98	11,45	11,11	1,03	1,5750	0,7575	0,1815	0,5412
1,0608	— 5,60	15,76	2,01	13,17	6,83	6,92	0,97	0,7050	0,3150	0	0,1932

Moste des

No.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Zeit der Lese	Traubensorte
1	Auerbach	Rottberg	Lehmboden	Ende September bis 9. Oktober	Österreicher, Riesling
2	"	"	"		Österreicher
3	"	Burgweg	Kies, Lehm, Stein		Österreicher, Riesling
4	"	Unterer Burgweg	" " "		" "
5	"	Verschiedene Lagen	" " "		" "
6	"	Schlossberg	" " "		" "
7	"	"	" " "		" "
8	"	Rottberg	Lehm		" "
9	Bensheim	Jacob	gemischter schwerer Boden		Österreicher
10	"	Gewann	Kies		Österreicher, Riesling
11	"	Hemsberg	Löss		" "
12	"	Vetzersberg	Kies		Österreicher
13	Heppenheim	Vorderberg	Lehmboden		Portugieser
14	"	"	"		"
15	"	Steinkopf	Buntsandstein, Löss		"
16	"	"	" "		Österreicher, Riesling
17	"	Kirchenecke	Kies		Österreicher
18	"	Gemischte Lage	"		"
19	"	Blinzig	Löss		"
20	"	Schlossberg	Stein		"
21	"	Maiberg	Gemischte Lage		"
22	Zwingenberg	Granenberg	Lehm		"
23	"	Auf der Hart	Lehm, Steingeröll		Österreicher, Riesling
24	"	Gemischte Lage	Lehm, Sand		" "
25	"	" "	Kies		" "
					Maximum
					Minimum

Weinbaubezirk

Moste des

No.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Zeit der Lese	Traubensorte
1	Gr.-Umstadt	Verschiedene Lage	Lehm, Steingeröll	Ende September bis 8. Okt. 1900	Österr., Riesl., Gutedel
2	"	Neuberg	" "		" " "
3	"	Gemischte Lagen	" "		" " "
4	"	Ziegelwald u. Steinkrück	Steingeröll		" " "
5	"	Steinkrück	"		" " "
6	Heubach	Rote Acker	Lehm, Kies		" " "
					Maximum
					Minimum

Jahres 1900.

Spez. Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. Grade Oechsle	Extrakt nach der Tabelle %	Nicht-Zucker %	Zucker gewichts-analytisch %	Gesamt-Säuren als Weinsäure berechnet %	Weinsäure insgesamt %	Mineral-bestandteile %	Schwefelsäure SO_3 %	Phosphorsäure P_2O_5 %	Kalk CaO %	Magnesia MgO %
1,0689	17,88	1,96	15,92	0,8625	0,2250	0,4770	0,0209	0,0295	0,0380	0,0168
1,0651	16,88	2,53	14,35	0,8700	0,2578	0,3660	0,0426	—	0,0245	0,0151
1,0780	20,26	2,47	17.79	0,8850	0,1200	0,5610	—	—	0,0340	0,0113
1,0622	16,13	2,49	13,64	0,8550	0,2475	0,4556	—	0,0270	0,0209	0,0149
1,0578	14,98	2,60	12,38	0,9000	0,1875	0,4400	—	0,0310	0,0190	0,0118
1,0950	24,72	4,91	19,81	0,8700	0,2175	—	—	—	0,0210	0,0175
1,0971	25,28	4,88	20,40	1,0425	0,2400	0,5320	—	0,0390	—	—
1,0523	13,55	2,11	11,44	0,7350	0,2100	0,4040	0,0193	0,0215	—	—
1,0842	21,88	2,64	19,24	0,6075	—	—	—	—	—	—
1,0551	14,28	2,28	12,00	0,6600	0,2825	—	0,0138	0,0210	—	—
1,0669	17,35	2,14	15,21	0,8400	0,1875	0,5460	0,0202	0,0270	0,0185	0,0230
1,0480	12,43	2,31	10,12	0,8100	0,1562	0,2480	0,0144	0,0360	0,0210	0,0240
1,0594	15,40	2,31	13.09	0,9900	—	0,5825	0,0139	—	0.0195	0,0210
1,0462	11,96	2,69	9,27	0,8925	—	0,4455	0,0166	0,0200	0,0190	0,0201
1,0785	20,39	3,43	16,96	0,9900	—	0,4795	0,0158	—	0,0260	0,0117
1,0667	17,30	2,20	15,10	0,8175	0,1800	—	0,0159	0,0320	0,0240	0,0200
1,0669	17,35	2,49	14,86	0,9525	0,3000	0,2000	—	0,0250	0,0220	0,0197
1,0450	11,65	2,65	19,00	1,0500	0,1875	0,3620	—	0,0310	0,0200	0,0185
1,0788	20,47	3,10	17,37	1,0650	0,1690	0,4560	—	0,0300	0,0178	0,0197
1,0700	18,16	2,13	16,03	1,0725	—	—	—	0,0410	0,0198	0,0210
1,0799	20,75	2,07	18,68	0,8925	0,2850	0,4240	—	0,0410	0,0188	0,0205
1,0730	18,95	2,73	18,22	0.8225	0,2555	0,4705	0,0216	—	0,0179	0,0127
1,0730	18,95	2,89	16,06	0,9750	0,3412	0,2880	—	0,0420	0,0240	0,0260
1,0786	20,41	3,21	17,20	0,9150	0,3187	—	—	0,0260	0,0250	0,0221
1,0777	20,18	3,32	16.86	0.7950	0,3112	0,3720	0,0156	0.0370	0.0180	0,0165
1,0971	25,28	4,91	20,40	1,0725	0,3412	0,5825	0,0426	0,0420	0,0380	0,0260
1,0450	11,65	1,96	9,00	0,6075	0,1200	0,2000	0,0138	0,0200	0,0178	0,0113

Odenwald.

Jahres 1900.

Spez. Gewicht des filtrierten Mostes bei 15° C. Grade Oechsle	Extrakt nach der Tabelle %	Nicht-Zucker %	Zucker gewichts-analytisch %	Gesamt-Säuren als Weinsäure berechnet %	Weinsäure insgesamt %	Mineral-bestandteile %	Schwefelsäure SO_3 %	Phosphorsäure P_2O_5 %	Kalk CaO %	Magnesia MgO %
1,0552	14.30	2,19	12,11	0,8625	0,2400	0,3820	0,0141	0,0250	0,0196	0,0212
1,0594	15,40	2,14	13,26	0,8925	0,2775	0,4410	0,0260	0,0210	0,0125	0,0140
1,0583	15,11	2,02	13,09	0,9900	0,2025	0,3735	—	0,0195	0,0179	0,0191
1,0667	17,30	2,94	14,36	0,8100	0,2100	0,5015	0,0247	0,0410	0,0155	0,0165
1,0725	18,82	3,82	15,00	0,8850	0,3300	0,3160	0,0203	0,0245	0,0285	0,0161
1,0534	13,83	2,16	11.67	1.0425	—	0,4395	0.0147	—	0,0265	0,0116
1,0725	18,82	3,82	15,00	1,0425	0,3300	0,5015	0,0260	0,0410	0,0285	0,0212
1,0534	13,83	2,02	11,67	0,8100	0,2025	0,3160	0,0141	0,0195	0,0125	0,0116

Weinbaubezirk

Weine des

No.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Zeit der Lese	Traubensorte	Spez. Gew. des Weines bei 15° C
1	Auerbach	Rottberg	Stein, Lehm	20. Okt.	Riesling	0,9945
2	"	"	Kies, Stein	"	"	0,9972
3	"	Gemischte Lage	" "	"	Österreicher, Riesl.	0,9934
4	"	" "	" "	"	Österreicher	0,9969
5	"	Rottberg	Stein, Sand	"	Österreicher, Riesl.	0,9967
6	Bensheim	Raagert	Stein	"	" "	0,9958
7	"	Heimchen	Verwitt. Granit	"	" "	1,0106
8	"	Geyersberg	Stein, Löss	"	" "	0,9998
9	"	Gemischte Lage	Kies, Stein	"	" "	0,9946
10	"	Hemsberg	Granit	"	" "	0,9972
11	"	Kalkgasse	Verwitt. Granit	"	" "	0,9973
12	Heppenheim	Weisser Rain	Löss	"	Österreicher	0,9941
13	"	Kirschenecke	Löss, Kies	"	Österreicher, Riesl.	0,9972
14	"	An der Kappel	Löss	"	Österreicher	1,0005
15	"	Gemischte Lage	Stein, Löss	"	Österreicher, Riesl.	0,9987
16	"	Steinkopf	Stein	"	Riesling	0,9973
17	Zwingenberg	Im Wallrat a. d. Ebene	Kies	"	Österreicher, Riesl.	0,9938
			640 Liter Most, 100 Kilo Zucker u. 150 Liter Wasser			
18	"	Im Krämer	Stein, Löss	14. Okt.	Österreicher, Riesl.	0,9945
			800 Liter Most, 50 Kilo Zucker u. 100 Liter Wasser			
19	"	Braunert	Lehmboden	20. Okt.	Österreicher, Riesl.	0,9935
20	"	Im Hemerich	"	"	Österreicher	0,9931
21	"	Insel u. Wetzbach	Sand	"	Österreicher, Riesl.	0,9938
					Maximum	1,0106
					Minimum	0,9931

Weine des

No.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Zeit der Lese	Traubensorte	Spez. Gew. des Weines bei 15° C	Polarisation OW 200 mm Rohr
1	Auerbach	Rottberg	Löss, Stein	Ende September bis 9. Oktober	Österreicher, Riesl.	0,9946	— 0,1
2	"	Burgweg	Kies, Stein		" "	0,9950	— 0,1
3	"	Margaretenberg	Lehm, Sand, Stein		Österreicher	0,9960	± 0
4	"	Schlossberg	Kies, Lehm, Stein		Österreicher, Riesl.	0,9940	— 0,1
5	"	Burgweg	Löss		Österreicher	0,9941	— 0,1
6	"	Gemischte Lage	Stein, Löss		Österreicher, Riesl.	0,9942	— 0,1
7	Bensheim	"	Verwitt. Granit		" "	0,9943	— 0,1
8	"	Kirchberg	Kies		" "	0,9945	± 0
9	"	Hohberg	Lehm		" "	0,9944	± 0
10	"	"	"		Österreicher	0,9951	± 0
11	"	Kirchberg	Kies		"	0,9952	± 0
12	"	Mühlweg	Löss		Österreicher, Riesl.	0,9953	± 0

Bergstrasse.

Jahres 1899.

Polarisation OW 200 mm Rohr	Alkohol g in 100 ccm	Extrakt %	Freie Säuren als Weinsäure berechnet %	Nichtflüchtige Säure als Weinsäuren berechnet %	Glyzerin %	Glyzerin Verhältnis zu 100 Alkohol	Zucker gewichtsanalytisch %	Mineralbestandteile %	Schwefelsäure SO_3 %	Phosphorsäure P_2O_5 %	Auf 100 Extrakt Mineralstoffe %	Extraktrest nach Abzug der freien Säure	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säure
— 0,2	8,00	2,1428	0,6675	0,5823	0,7850	9,80	unter 0,1	0,2360	0,0416	0,0325	11,01	1,475	1,561
+ 0	9,34	2,5976	0.7050	0,6084	0,6647	7,11	„	0,2992	0,0225	0,0359	11,52	1,893	1,989
— 0,2	9,20	2,2744	0,7500	0,6948	0,7848	8,73	„	0,1964	0,0502	0,0460	8,64	1,524	1,580
— 0,3	7,33	2,3226	0,8477	0,7187	0,6157	8,39	0,1016	0,2424	0,0333	0,0295	10,43	1,473	1,602
+ 0	9,34	2,9570	0,9825	0,9164	0,7072	7,57	unter 0,1	0,2712	0,0532	0,0454	9,11	1,975	2,041
— 1,2	8,56	2,7022	0,8325	0,7650	0,7699	8,99	0,4904	0,2194	0,0221	0,0229	8,12	1,479	1,547
— 0,8	9,20	2,4320	0,5925	0,4815	0,6568	7,14	0,3460	0,2668	0,0261	0,0245	10,97	1,598	1,705
+ 0	7,19	3,1340	0,8100	0,7020	0,6934	9,64	unter 0,1	0,3320	0,0829	0,0396	10,59	2,324	2,432
— 0,2	8,35	2,3348	0,5250	0,4540	0,6501	7,78	0,0796	0,2954	0,0205	0,0261	12,22	1,810	1,881
+ 0	7,39	2,4912	0,8325	0,7635	0,5534	7,48	unter 0,1	0,2492	0,0269	0,0221	10,00	1,659	1,728
+ 0	5,95	2,1870	0,6900	0,5865	0,4514	7,59	„	0,2798	0,0409	0,0628	12,79	1,497	1,601
— 0,3	9,70	2,5546	0,7950	0,6330	0,7095	7,31	0,1016	0,2826	0,0352	0,0332	11,06	1,758	1,920
— 0,2	8,77	2,1012	0,8175	0,7230	0,6682	7,62	0,0580	0,2420	0,0584	0,0121	11,51	1,284	1,378
— 0,3	6,66	2,7492	0,8625	0,7350	0,6186	9,27	0,1016	0,4128	0,0358	0,0520	15,02	1,885	2,013
+ 0	7,73	2,8370	0,8400	0,7290	0,5669	7,33	unter 0,1	0,3570	0,0168	0,0413	12,61	1,997	2,108
+ 0	10,89	2,6582	0,7650	0,7075	0,8632	7,93	„	0,2652	0,0606	0,0311	9,94	1,893	1,951
+ 0	8,42	2,3484	0,7950	0,6914	0,9323	11,07	„	0,2264	0,0330	0,0306	9,64	1,553	1,657
+ 0	8,63	2,4838	0,7575	0,6300	0,7854	9,10	„	0,2120	0,0214	0,0168	8,52	1,726	1,854
— 0,1	7,73	1,7066	0,6450	0,5574	0,6462	8,36	„	0,2060	0,0360	0,0286	12,07	1,062	1,149
+ 0	9,78	1,9556	0,6300	0,5745	0,7183	7,34	„	0,1812	0,0175	0,0175	9.28	1,326	1,381
— 0,8	7,66	1,8018	0,4525	0,3853	0,6266	8,17	0,1855	0,2210	0,0298	0,0298	12,26	1,264	1,331
— 1,2	10,89	3,1340	0,9825	0,9164	0,9323	11,07	0,4904	0,4128	0,0829	0,0628	15,02	2,324	2,432
+ 0	5,95	1,7066	0,4525	0,3853	0,4514	7,11	unter 0,1	0,1812	0,0168	0,0121	8,12	1,062	1,149

Jahres 1900.

Alkohol g in 100 ccm	Extrakt %	Freie Säuren als Weinsäure berechnet %	Flüchtige Säuren als Essigsäure berechnet %	Nichtflüchtige Säuren als Weinsäure berechnet %	Gesamt-Weinsäure %	Freie Weinsäure %	Glyzerin %	Glyzerin Verhältnis zu 100 Alkohol	Zucker gewichtsanalytisch %	Mineralbestandteile %	Schwefelsäure SO_3 %	Phosphorsäure P_2O_5 %	Auf 100 Extrakt Mineralstoffe	Extrakt nach Abzug der freien Säure	Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen Säure
6,95	2,638	0,433	0,069	0,347	0,119	0	0,686	9,87	unter 0,1	0,443	0,034	0,074	16,79	2,205	2,291
8,49	2,640	0,786	0,062	0,709	0,161	0	0,720	8,84	„ 0,1	0,411	0,048	0,059	15,56	1,854	1,931
7,94	2,657	0,518	0,063	0,440	0,109	0	0,701	8,82	„ 0,1	0,358	0,039	0,073	13,47	2,139	2,217
7,80	2,576	0,675	0,095	0,557	0,116	0	0,711	9,11	„ 0,1	0,325	0,039	0,079	12,61	1,901	2,019
8,07	2,354	0,740	0,098	0,618	0,124	0	0,801	9,92	„ 0,1	0,248	0,025	0,059	10,53	1,614	1,736
8,14	2,429	0,465	0.076	0,370	0,109	0	0,789	9,69	„ 0,1	0,294	0,045	0,068	12,10	1,964	2,059
7,87	1,953	0,465	0,078	0,368	0,173	0	0,741	9,41	„ 0,1	0,204	0,041	0,050	10,44	1,488	1,585
8,21	2,752	0,510	0,089	0,399	0,139	0	0,790	9,62	„ 0,1	0,431	0,045	0,067	15,66	2,242	2,353
5,32	1,943	0,405	0,083	0,302	0,146	0	0,540	10,15	„ 0,1	0,225	0,031	0,047	11,58	1,538	1,641
7,53	2,343	0,555	0,087	0,447	0,105	0	0,701	9,30	„ 0,1	0,278	0,036	0,060	11,86	1,788	1,896
8,91	2,523	0,675	0,055	0,607	0,124	0	0,790	8,86	„ 0,1	0,273	0,032	0,064	10,82	1,848	1,916
9,27	2,412	0,608	0,066	0,526	0,105	0	0,876	9,44	„ 0,1	0,283	0,046	0,057	11,73	1,804	1,880

No.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Zeit der Lese	Traubensorte	Spez. Gew. des Weines bei 15° C	Polarisation OW 200 mm Rohr
13	Heppenheim	Weisser Rain, Schlossberg, Eckweg	Löss	Ende September bis 9. Oktober	Österreicher, Riesling	0,9954	± 0
14	"	Blinzig, Eckweg	Kies, Löss		desgl.	0,9957	+ 0
15	"	Obere Stemmler, Schlossberg	Stein		desgl	0,9958	+ 0
16	"	Schlossberg, Eckweg	Löss, Stein		desgl	0,9952	+ 0
17	"	"	Löss		desgl.	0,9951	+ 0
18	"	Obere Stemmler	"		desgl.	0,9949	+ 0
19	Seeheim	Hofgut, Fürstenlager, Seeheim, Brauneberg	Kies		Gem. Satz	0,9948	+ 0
20	Zwingenberg	Im Wallrat auf der Ebene	Löss		Österreicher, Riesling	0,9945	+ 0
21	"	Im Krämer, grosse Höhe, Rehbäche	"		Österreicher, Riesling, Gutedel	0,9942	+ 0
22	"	Alte Graben Lucke	Löss, Lehm		Österreicher, Riesl.	0,9943	+ 0
23	"	Lutziberg, Krämer, alte Graben	Löss		Österreicher, Riesling	0,9944	± 0
					Maximum	0,9960	— 0,1
					Minimum	0,9940	+ 0

Weinbaubezirk

Weine des

No.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Zeit der Lese	Traubensorte	Spez. Gew. des Weines bei 15° C
1	Gross-Umstadt	Neuberg	Kies	20. Okt	Österr., Riesl., Guted.	0,9940
2	"	Steinkrück	Stein	20. "	" " "	0,9939
3	"	Ziegelberg u. Steinkr.	Lehm m. Steingeröll	20 "	" " "	0,9932
4	"	Steinkrück	Steingeröll	20. "	Österreicher	0,9932
5	"	"	Stein	20. "	Österr., Gutedel	0,9930
					Maximum	0,9940
					Minimum	0,9930

Weine des

No.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Zeit der Lese	Traubensorte	Spez. Gew. des Weines bei 15° C	Polarisation OW 200 mm Rohr
1	Gross-Umstadt	Steinkrück	Roter Letten, Steingeröll	Ende September bis 8. Oktober	Österr., Riesling, Gutedel	0,9946	+ 0
2	"	Stachelberg	Steingeröll		desgl.	0,9945	+ 0
3	"	Neuberg	"		desgl.	0,9944	+ 0

Alkohol g in 100 ccm	Extrakt %	Freie Säuren als Weinsäure berechnet %	Flüchtige Säuren als Essigsäure berechnet %	Nichtflüchtige Säuren als Weinsäure berechnet %	Gesamt-Weinsäure %	Freie Weinsäure %	Glyzerin %	Glyzerin Verhältnis zu 100 Alkohol	Zucker gewichts-analytisch %	Mineral-bestandteile %	Schwefel-säure SO_3 %	Phosphor-säure P_2O_5 %	Auf 100 Extrakt Mineralstoffe	Extrakt nach Abzug der freien Säuren	Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren
8,07	1,653	0,552	0,061	0,476	0,098	0	0,792	9,81	unter 0,1	0,332	0,044	0,061	20,08	1,101	1,177
7,46	2,776	0,690	0,069	0,604	0,102	0	0,695	9,31	„ 0,1	0,308	0,052	0,071	11,09	2,086	2,172
5,95	2,196	0,765	0,085	0,659	0,135	0	0,590	9,91	„ 0,1	0,373	0,058	0,058	16,98	1,431	1,537
6,86	2,683	0,765	0,087	0,657	0,098	0	0,620	9,03	„ 0,1	0,284	0,041	0,074	10,58	1,918	2,026
7,12	2,183	0,690	0,082	0,588	0,154	0	0,682	9,57	„ 0,1	0,242	0,048	0,043	11,08	1,493	1,595
5,26	1,669	0,552	0,084	0,447	0,128	0	0,521	9,90	„ 0,1	0,348	0,052	0,074	20,85	1,117	1,222
7,94	2,559	0,488	0,077	0,392	0,111	0	0,701	8,82	„ 0,1	0,304	0,027	0,048	11,87	2,071	2,167
9,27	2,723	0,518	0,090	0,406	0,166	0	0,876	9,44	„ 0,1	0,288	0,040	0,054	10,57	2,205	2,317
8,00	2,246	0,525	0,069	0,439	0,149	0	0,801	10,01	„ 0,1	0,245	0,031	0,042	10,90	1,721	1,807
9,70	2,165	0,428	0,057	0,357	0,124	0	0,880	9,07	„ 0,1	0,251	0,042	0,043	11,59	1,737	1,808
10,07	2,824	0,360	0,058	0,288	0,128	0	0,885	8,78	„ 0,1	0,275	0,035	0,060	9,73	2,464	2,536
10,07	2,824	0,786	0,098	0,709	0,173	0	0,885	10,15	unter 0,1	0,443	0,058	0,079	20,85	2,464	2,536
5,26	1,653	0,360	0,055	0,288	0,098	0	0,521	8,78	„ 0,1	0,204	0,025	0,042	9,73	1,101	1,177

Odenwald.

Jahres 1899.

Polarisation OW 200 mm Rohr	Alkohol g in 100 ccm	Extrakt %	Freie Säuren als Weinsäure berechnet %	Nichtflüchtige Säuren als Weinsäure berechnet %	Glyzerin %	Glyzerin Verhältnis zu 100 Alkohol	Zucker gewichts-analytisch %	Mineral-bestandteile %	Schwefel-säure SO_3 %	Phosphor-säure P_2O_5 %	Auf 100 Extrakt Mineralstoffe	Extrakt nach Abzug der freien Säuren	Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren
– 0,2	8,07	2,3860	0,7650	0,7098	0,8261	10,24	unter 0,1	0,2240	0,0318	0,0323	9,38	1,621	1,676
+ 0	9,06	2,1166	0,5400	0,4752	0,7310	8,06	„ 0,1	0,2150	0,0344	0,0372	10,15	1,577	1,641
– 0,2	10,36	2,3832	0,7425	0,6957	0,7621	7,35	„ 0,1	0,2156	0,0401	0,0387	9,04	1,641	1,688
± 0	10,89	2,8424	0,9825	0,8895	0,7984	7,33	„ 0,1	0,2324	0,0366	0,0255	8,17	1,860	1,953
± 0	9,78	2,5082	0,8905	0,8440	0,7571	7,74	„ 0,1	0,1846	0,0159	0,0155	7,35	1,618	1,664
– 0,2	10,89	2,8424	0,9825	0,8895	0,8261	10,24	unter 0,1	0,2324	0,0401	0,0387	10,15	—	—
± 0	8,07	2,1166	0,5400	0,4752	0,7310	7,33	„ 0,1	0,1846	0,0159	0,0155	7,35	—	—

Jahres 1900.

Alkohol g in 100 ccm	Extrakt %	Freie Säuren als Weinsäure berechnet %	Flüchtige Säuren als Essigsäure berechnet %	Nichtflüchtige Säuren als Weinsäure berechnet %	Gesamt-Weinsäure %	Freie Weinsäure %	Glyzerin %	Glyzerin Verhältnis zu 100 Alkohol	Zucker gewichts-analytisch %	Mineral-bestandteile %	Schwefel-säure SO_3 %	Phosphor-säure P_2O_5 %	Auf 100 Extrakt Mineralstoffe	Extrakt nach Abzug der freien Säuren	Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren
9,42	2,142	0,454	0,066	0,372	0,128	0	0,860	9,12	unter 0,1	0,275	0,035	0,060	12,83	1,688	1,770
8,14	2,248	0,476	0,058	0,404	0,146	0	0,765	9,39	„ 0,1	0,230	0,034	0,019	10,23	1,772	1,844
8,42	2,278	0,645	0,071	0,557	0,139	0	0,841	9,98	„ 0,1	0,223	0,044	0,026	9,98	1,633	1,721

No.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Zeit der Lese	Traubensorte	Spez. Gew. des Weines bei 15° C	Polarisation OW 200 mm Rohr
4	Gross-Umstadt	Neuberg und Eselberg	Kies	Ende September bis 8. Oktober	Österr., Riesling, Gutedel	0,9943	+ 0
5	"	Neuberg	Kies mit Letten		Österr. und Riesling	0,9942	+ 0
6	"	Ziegelwald und Steinkrück	Rote Letten, Steingeröll		desgl.	0,9941	+ 0
7	Heubach	Hartberg	Kies und Letten		Österr., Riesling, Gutedel	0,9940	+ 0
8	"	"	Sand und Letten		desgl.	0,9947	+ 0
9	"	"	Kies		Österr. und Riesling	0,9948	+ 0
10	"	Auf der Eich	Sand und Letten		Österr., Riesling, Burgunder	0,9939	+ 0
11	"	Raibacher Weg	Lehm und Letten		Österr., Burgunder	0,9947	+ 0
12	"	Hartberg	Letten		Riesling, Österr.	0,9946	+ 0
					Maximum	0,9948	+ 0
					Minimum	0,9939	+ 0

6. Elsass-

Bericht der landwirtschaftl. Versuchs

Die nachstehenden Tabellen enthalten im wesentlichen die Analysen derjenigen untersucht wurden, ferner die Analysen der Moste und Jungweine des Jahrgangs

Tabelle

Weissweine. Jahr

Untersucht im

No.	Gemarkung	Bodenart	Traubensorte
1	Weissenburg (Bahnholz)	—	1895
2	"	—	1897

[1]) Der 0,1 g in 100 ccm übersteigende Zuckergehalt ist in Abzug gebracht.

Alkohol g in 100 ccm	Extrakt %	Freie Säuren als Weinsäure berechnet %	Flüchtige Säuren als Essigsäure berechnet %	Nichtflüchtige Säuren als Weinsäure berechnet %	Gesamt-Weinsäure %	Freie Weinsäure %	Glyzerin %	Glyzerin Verhältnis zu 100 Alkohol	Zucker gewichtsanalytisch %	Mineralbestandteile %	Schwefelsäure SO_3 %	Phosphorsäure P_2O_5 %	Auf 100 Extrakt Mineralstoffe	Extrakt nach Abzug der freien Säuren	Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren
5,83	2,611	0,473	0,090	0,361	0,118	0	0,560	9,60	unter 0,1	0,284	0,029	0,055	10,87	2,138	2,250
5,45	2,721	0,478	0,091	0,360	0,143	0	0,541	9,92	„ 0,1	0,294	0,028	0,084	10,80	2,248	2,361
7,53	2,434	0,495	0,068	0,410	0,103	0	0,699	9,28	„ 0,1	0,263	0,035	0,074	10,80	1,939	2,024
7,66	1,896	0,608	0,057	0,537	0,116	0	0,760	9,92	„ 0,1	0,234	0,020	0,022	12,34	1,288	1,359
6,66	2,156	0,570	0,062	0,493	0,143	0	0,606	9,09	„ 0,1	0,207	0,025	0,050	9,60	1,586	1,663
6,47	2,065	0,623	0,092	0,508	0,101	0	0,602	9,30	„ 0,1	0,234	0,038	0,013	11,33	1,442	1,557
6,73	2,211	0,649	0,048	0,589	0,101	0	0,607	9,01	„ 0,1	0,211	0,021	0,057	9,54	1,562	1,622
7,72	1,988	0,675	0,090	0,563	0,135	0	0,702	9,09	„ 0,1	0,226	0,032	0,017	11,36	1,313	1,425
7,80	2,001	0,680	0,085	0,574	0,137	0	0,742	9,51	„ 0,1	0,201	0,015	0,015	10,04	1,321	1,427
9,42	2,721	0,680	0,092	0,589	0,146	0	0,860	9,98	unter 0,1	0,294	0,044	0,084	12,83	—	—
5,45	1,896	0,454	0,048	0,360	0,101	0	0,541	9,01	„ 0,1	0,201	0,015	0,013	9,54	—	—

Lothringen.

station Colmar i. Elsass. Prof. **Dr. Kulisch.**

Weine des Jahrgangs 1899, welche im Alter von etwa $1^1/_2$ Jahren im Frühjahr 1901
1900.

I.

gänge 1895 und 1897.

Frühjahr 1901.

Spez. Gewicht bei 15°	Alkohol	Extrakt[1])	Asche	Freie Säuren	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Zucker	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtig. Säuren	Extraktrest nach Abzug der freien Säuren
	g in 100 ccm								
0,9938	8.00	1,999	0,204	0,56	0,084	0,490	0,06	1,509	1,439
0,9977	6,02	2,134	0,248	0,61	0,060	0,535	0,08	1,599	1,524

Tabelle

Weissweine. Jahr

Untersucht im Frühjahr

No.	Gemarkung	Bodenart	Traubensorte
1	Thann (Heide)	Sandboden	Elbling, Mosttrauben
2	Thann (Rangen)	Kiesboden	„ „
3	Uffholz	Sandboden (südlich)	Elbling
4	„	„ „	„
5	Rufach (Rotmauer)	Lehm „	„
6	„ (Vorburg)	Steiniger Boden	Knipperle
7	Geberschweier	Leichter Lehmboden m. Kalkstein im Untergrund	Verschiedene
8	„	Schwerer, voller Boden	„
9	Egisheim (Pfirsichberg)	Sandboden	Knipperle
10	Beblenheim	Kalkboden, mittlere Lage	Gemischter Satz
11	„	Lehmboden, tiefe Lage	„
12	St. Petersholz (Rebberg)	Leichter Boden, sonnige Lage	Knipperle und Gutedel
13	„ (Mullets)	Sehr schwerer kalkiger Boden	Elbling
14	Barr	Kalkboden, Berglage	Knipperle, Elbling, Gutedel, Lamper
15	Goxweiler	Starker Lehmboden, mittlere Höhe	Elbling und Knipperle
16	„	Starker Lehmboden, mittlere Höhe	Knipperle und Sylvaner
17	Oberehnheim (Grasweg)	Lehmboden, südliche ebene Lage	Sylvaner
18	Marlenheim	Kalksteinboden, mittlere Lage	Verschiedene
19	„	Grundboden, untere Lage	„
20	Königsmachern (Grinberg)	—	—
21	Sierck (Kanton Wirth)	Kalksteinerde mit Quarzsteinunterlage	Geringere Weisstrauben
22	„ („ Marienfloss)	Kalksteinboden	„ „
23	Gentringen	Lehm	Weissgrossrasse (Elbling)

Tabelle

Rotweine. Jahr

Untersucht im Frühjahr

1	Barr	Kalkboden, Berglage	Portugieser
2	Oberrehnheim (Kirchberg)	Kalkboden, südliche Berglage	Portugieser u. St. Laurent
3	Marlenheim	Kalkboden, mittlere Lage	Schwarzer Burgunder
4	„	Grundboden, untere Lage	„
5	Königsmachern (Kanton Stein)	—	—
6	Gentringen (Hasenloch)	Lehm. Nordosten.	Müllerrebe

[1]) Der 0,1 g in in 100 ccm übersteigende Zuckergehalt ist in Abzug gebracht.

II.

gang 1899.

1901 als alte Weine.

Spez. Gewicht bei 15°	Alkohol	Extrakt[1])	Asche	freie Säuren	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Zucker	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtig. Säuren	Extraktrest nach Abzug der freien Säuren
	g in 100 ccm								
0,9969	6,86	2,245	0,257	0,58	0,080	0,48	0,02	1,765	1,665
0,9958	7,26	2,155	0,202	0,58	0,072	0,49	0,04	1,665	1,575
0,9980	5,08	1,722	0,143	0,67	0,084	0,57	0,025	1,152	1,052
0,9980	4,83	1,667	0,130	0,56	0,092	0,46	0,025	1,207	1,107
0,9959	6,08	1,562	0,176	0,515	0,108	0,375	0,085	1,187	1,047
0,9944	7,20	1,854	0,179	0,63	0,060	0,525	0,045	1,329	1,224
0,9937	8,35	2,095	0,191	0,54	0,064	0,46	0,06	1,635	1,555
0,9951	7,19	1,952	0,184	0,58	0,064	0,50	0,06	1,452	1,372
0,9957	6,79	1,899	0,205	0,52	0,052	0,455	0,08	1,444	1,379
0,9944	7,60	1,894	0,206	0,49	0,056	0,42	0,11	1,474	1,404
0,9964	6,59	2,006	0,209	0,54	0,068	0,455	0,11	1,551	1,466
1,0014	4,05	2,016	0,411	0,48	0,068	0 395	0,085	1,621	1,536
0,9991	5,32	2,138	0,334	0,56	0,060	0,485	0,12	1,653	1,578
0,9974	6,14	2,126	0,261	0,57	0,052	0,505	0,08	1,621	1,556
0,9939	7,73	1,760	0,210	0,50	0,064	0,42	0,06	1,340	1,260
0,9943	7,53	1,800	0,208	0,515	0,082	0,413	0,06	1,387	1,285
0,9982	6,02	2,210	0,249	0,69	0,052	0,625	0,17	1,585	1,520
0 9976	6,27	1,985	0,184	0,61	0,064	0,53	0,075	1,455	1,375
0,9960	6,39	1,976	0,163	0,625	0,046	0,568	0,06	1,408	1,351
0,9955	7,53	2,010	0,138	0,96	0,035	0,917	0,065	1,093	1,050
0,9991	4,89	1,865	0,146	0,87	0,036	0,835	0,055	1,030	0,995
0,9958	6,86	1,997	0,141	0,64	0,032	0,60	0,075	1,397	1,357
0,9994	4,59	1,821	0,215	0,65	0,076	0,555	0,06	1,266	1,171

III.

gang 1899.

1901 als alte Weine.

0,9979	5,89	2,051	0,231	0,58	0,060	0,505	0,14	1,546	1,471
0,9971	6,92	2,397	0,237	0,56	0,076	0,465	0,08	1,932	1,837
0,9974	8,14	2,864	0,285	0,52	0,066	0,438	0,065	2,426	2,344
0,9976	7,94	2,798	0,285	0,54	0,045	0,445	0,045	2,353	2,258
0,9956	7,12	1,968	0,195	0,47	0,052	0,405	0,10	1,563	1,498
0,9991	5,38	2,148	0,262	0,51	0,084	0,405	0,08	1,643	1,638

Erläuterungen betreffend den Jahrgang 1899.

Die Höchst- und Mindestgehalte der 1899er Weine für die wichtigsten Bestandteile sind nachstehend zusammengestellt:

		Höchstgehalt:	Mindestgehalt:
Alkohol	Weiss . .	8,35	4,05
	Rot . . .	8,14	5,38
Extrakt	Weiss . .	2,28	1,56
	Rot . . .	2,86	1,79
Freie Säuren	Weiss . .	0,96	0,48
	Rot . . .	0,58	0,47
Mineralbestandteile	Weiss . .	0,41	0,13
	Rot . . .	0,29	0,20
Extrakt nach Abzug der freien Säuren	Weiss . .	1,665	0,995
	Rot . . .	2,344	1,471
Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren	Weiss . .	1,765	1,030
	Rot . . .	2,426	1,546

Obwohl der Jahrgang 1899 ein ausgeprägt saurer war und die grosse Mehrzahl der Moste einen Säuregehalt von 10—14 ‰ aufwies, ist der Säuregehalt in den Naturweinen meist nicht hoch zu nennen. In keinem Falle betrug derselbe über 10 ‰. Ausgeprägt sauer (8,7 und 9,7 ‰!) blieben nur einige Weissweine aus dem oberen Moseltal in Lothringen, die erfahrungsgemäss fast immer die sauersten Weine des elsass-lothringischen Weinbaugebietes liefern. Im allgemeinen war der Jahrgang 1899 durch einen ausserordentlich starken spontanen Säurerückgang ausgezeichnet.

Die Tatsache, dass der Alkoholgehalt nur in einem Falle 8 g überschreitet und in verhältnismässig vielen Fällen nahe an und unter 6 g liegt, kennzeichnet den Jahrgang zur Genüge als einen wenig reifen.

Sowohl der Gesamtextrakt als der Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen und der freien Säuren schwankt ganz ausserordentlich und bringt die grosse Mannigfaltigkeit des Weinbaugebietes zum Ausdruck. Der Gesamtextrakt liegt in einem Falle (Rufacher Rotmauer-Elbling) unter 1,6 g (1,562). Es handelt sich hier um einen Wein aus der anerkanntermassen ganz dünne Massenweine liefernden Elblingtraube; ausserdem war dieser Wein durch hohen Gehalt an flüchtiger Säure fehlerhaft, was auf schlechte Kellerbehandlung hinweist.

Der Extraktgehalt nach Abzug der nichtflüchtigen und freien Säuren liegt in zwei Fällen unter 1,1 bezüglich 1,0 g (zwei Weine aus Königsmachern und Sierck, Oberes Moseltal). Es wird damit für das lothringische Moseltal eine Tatsache bestätigt, welche von dem Berichterstatter früher für die Weine des preussischen Moselgebietes mehrfach festgestellt wurde, dass nämlich geringe, saure und an sich extraktreiche Weine des Moselgebietes bisweilen sehr niedrige Extraktreste aufweisen.

Bemerkenswert ist ferner, dass der Aschengehalt mehrfach unter 0,14 sinkt. Es wird damit erwiesen, dass aschenarme Weine auch im elsass-lothringischen Weinbaugebiet in manchen Jahrgängen ausnahmsweise vorkommen, und zwar auch in zweifellos reinen Naturweinen. Andernfalls sind auch ganz abnorm hohe Aschengehalte keine Seltenheit, sodass das Verhältnis von Asche zu Extrakt vielfach ein

sehr viel engeres wurde als 1 : 10 (in einem Falle — Wein No. 12, St. Petersholz — bis 1 : 5). Aus einem in dieser Hinsicht abnormen Verhältnisse kann daher für Elsässerweine nicht ohne weiteres ein Bedenken gegen die Naturreinheit abgeleitet werden, da die abnorm hohen Aschengehalte eine Folge des besonderen Charakters der Traubensorte sein kann (Knipperle!), in vielen Fällen aber auch dadurch bedingt ist, dass es in einzelnen Gebieten des Landes noch üblich ist, die Trauben vor der Kelterung stark angären zu lassen, wobei aus den Hülsen und Kernen viele Aschenbestandteile ausgezogen werden. Der hohe Aschengehalt der Weissweine No. 12 und 13 aus St. Petersholz ist zweifellos in erster Linie hierauf zurückzuführen.

Allgemeine Bemerkungen über den Jahrgang 1900.

Der Jahrgang 1900 kann für das Elsass im allgemeinen als ein reifer und dementsprechend guter bezeichnet werden. In den meisten Lagen erreichte derselbe fast die Güte der Jahrgänge 1895 und 1893. Wie diese beiden Jahrgänge ist der 1900er in seiner chemischen Zusammensetzung vielfach durch die abnorm trockene Sommerwitterung und die zur Herbstzeit sich in vielen Gemarkungen einstellende Traubenfäulnis gekennzeichnet. Vergleichsweise gering sind zum grössten Teile die Weine des Ober-Elsass von Mülhausen bis Rufach, weil dort ein sehr starkes Hagelwetter Anfang August das Blattwerk und auch die Trauben schädigte, wodurch eine sehr geringe Mostqualität namentlich in den Weinbergen bedingt war, welche nicht gegen die Blattfallkrankheit bespritzt und von dieser letzteren infolge der zahlreichen Hagelverletzungen ausserordentlich stark befallen waren.

Tabelle IVA.

Analysen der Moste aus den Versuchsreben (Sortimentsanlage) des Weinbau-Institutes Oberlin in Colmar.

No.	Traubensorte	Grade Oechsle	Säure in ‰	Bemerkungen
	A. Weissweintrauben.			
1	Traminer, weiss	93	14	
2	Traminer, rot	91	10,4	
3	Gewürztraminer	86	9,4	
4	Morillon, weiss	82	11,8	$^1/_{20}$ faul
5	Burgunder, weiss	76	9,9	$^1/_4$ faul
6	Burgunder, grau	93	10	
7	Blanc doux	83	7,7	ziemlich faul
8	*Kokoulu Kara	69	14,4	
9	Riesling	85	13,0	
10	Malvoisier, rot	70	7,2	
11	*Madeleine angevine	63	5,25	
12	*Luglienca bianca	66	8,7	
13	Manharttraube	85	8,8	
14	Muskat Ottonel	83	7,2	
15	Sauvignon, grau	76	13,4	
16	Rotgipfler	67	14	$^1/_{10}$ faul
17	Muskat-Gutedel	75	4,5	
18	Sylvaner, weiss	77	9,4	
19	Sylvaner, rot	72	8,9	
20	*Madeleine royale	62	6,1	

No.	Traubensorte	Grade Oechsle	Säure in ‰	Bemerkungen
21	Orangetraube	75	7,4	zur Zeit der Lese ziemlich faul
22	Knipperle	80	10	
23	Muscadelle	76	8,7	sehr reif, Beginn der Fäulnis
24	Muscat St. Laurent	69	5,5	
25	Muscat fleur d'orange	70	10,2	1/4 faul
26	*Aligotet	70	10,3	1/10 faul
27	*Lamberttraube	79	9,4	
28	Bouquettraube	52	14,6	1/20 faul
29	*Malvoisier du Piémont	68	8,6	
30	*Lyonnaise blanche	63	9,8	1/22 faul
31	Gutedel, weiss	66	6,0	
32	*Gutedel von Jalabert	64	6,5	
33	Gutedel, rot	62	7,5	
34	Hansen	72	8,9	1/14 faul
35	Zierfahndler	76	12,9	
36	*Rohrtraube	75	12,1	
37	Muskat, rot	73	13,8	
38	Wippacher	70	13,2	stark gefault
39	Pikolit	70	9,4	
40	Trollinger, rot	68	8,9	
41	Elbling, weiss	69	7,5	
42	*Alföldtraube (Sarféhér)	78	8,0	
43	Hennisch, rot	66	12,2	beginnt zu faulen
44	*Tantowina	60	10,1	1/13 faul
45	*Boskokwi	52	13,4	2/21 faul
46	Putzscheere	47	11,2	1/10 faul
	B. Rotweintrauben.			
1	Burgunder, blau früh	87	4,9	
2	Burgunder, blau	80	11,0	1/14 faul
3	Burgunder, blau (grosse race)	86	10,3	1/10 faul
4	St. Laurent	75	9,2	1/10 faul
5	Müllerrebe	89	9,0	1/15 faul
6	Portugieser	75	7,1	1/25 faul
7	Limberger	76	8,4	1/20 faul
8	Färbertraube	76	17,3	1/2 faul
9	*Carbenet	79	11,3	1/15 faul
10	*Merlot	80	9,9	1/10 faul
11	Lasca	78	8,8	1/20 faul
12	Gamet Nicolas	65	11,6	1/30 faul
13	Gamet de Liverdun	60	12,2	1/20 faul
14	Gamet crepet	55	13,7	1/40 faul
15	Gamet teinturier	58	13,9	1/30 faul
16	Trollinger, blau	60	8,5	

Die vorstehenden Moste sind in einem gleichartigen Weinberg bei gleicher Kultur gewonnen und bringen daher die Verschiedenartigkeit der Traubensorten zum Ausdruck. Die Lage des Weinberges ist eine sehr geringe, kühle Niederungslage mit schwerem Boden. Die gewonnenen Ergebnisse können daher als für besonders geringe Lagen geltend angesehen werden. Die mit einem Stern versehenen Traubensorten sind solche, welche für den praktischen Weinbau Elsass-Lothringens zur Zeit nicht in Betracht kommen. — Die Tabelle lässt die grossen Qualitätsunterschiede der bekannteren Traubensorten in charakteristischer Weise hervortreten. Bemerkenswert ist

im allgemeinen die Tatsache, dass in der gegebenen Lage, die in den geringeren Gemarkungen des Elsass in ähnlicher Beschaffenheit sich vielfach finden wird, selbst in einem so guten Jahrgang eine grosse Zahl von Traubensorten so unreif blieb. Im einzelnen sei besonders auf den ausserordentlich hohen Säuregehalt der Bouquettraube hingewiesen, die auch nach den in Geisenheim gemachten Beobachtungen zu den säurereichsten unserer im grossen gebauten Kulturtrauben gehört und in dieser Beziehung dem Riesling vergleichbar ist. Das auffallend niedrige Mostgewicht der Putzscheere bestätigt die sehr geringe Qualität dieser ausgeprägten Massentraube.

Tabelle IV B.

Analysen der Moste aus den Versuchsreben des Weinbau-Institutes Oberlin, in der Harthlage (Kanton Endlen), Gemarkung Colmar.

No.	Traubensorte	Grade Oechsle	Säure in ‰	No.	Traubensorte	Grade Oechsle	Säure in ‰
1	Weisser Burgunder	84	7,2	8	Sylvaner, rot	89	5,8
2	Grauer Burgunder	94	6,7	9	* Orangetraube	92	8,0
3	* Muscadelle	86	5,5	10	Blauer Burgunder	82	6,9
4	Knipperle	95	6,9	11	Blauer Burgunder	76	6,5
5	Riesling	81	8,2	12	Müllerrebe	85	6,8
6	Gutedel	76	5,7	13	St. Laurent	88	7,2
7	Sylvaner, grün	85	6,7	14	Portugieser	76	7,2

Die vorstehenden Moste sind gleichfalls in einem gleichartigen Weinberg gewachsen, wo dieselben nebeneinander im grossen angebaut werden. Dieselben lassen also die charakteristischen Unterschiede der Traubensorten hervortreten. Die Lage des Weinberges ist bessere Colmarer Weinbergslage, in welcher infolge des warmen hiesigen Bodens selbst spätreifende Traubensorten im allgemeinen mit Erfolg angebaut werden können. Die mit einem Stern versehenen Traubensorten haben für den praktischen Weinbau Elsass-Lothringens keine grössere Bedeutung. — Die Reife des Jahrgangs tritt in dem niedrigen Säuregehalt der Moste und den hohen Mostgewichten unverkennbar hervor. Die Tatsache, dass der Knipperle (Ortlieber) das höchste Mostgewicht aufweist, ist sehr bezeichnend für den Charakter dieser im Elsass in sehr grossem Massstabe angebauten Traubensorte, die selbst in geringeren Jahren verhältnismässig zuckerreiche, daher süsse und schwere Weine liefert. Der Ertrag in diesen Reben war im Jahre 1900 ein sehr grosser; selbst von den Qualitätssorten wurden auf 1 Ar 75—100 Liter geerntet. Der Portugieser lieferte sogar auf 1 Ar durchschnittlich etwa 125 Liter.

Tabelle IV C.

Analysen der Moste aus dem Versuchsweinberg der Versuchsstation in Rufach.

No.	Traubensorte	Grade Oechsle	Säure in ‰
1	Sylvaner, grün	75	9,3
2	Gutedel, weiss	70	9,7
3	Grauklevner, gesunde Trauben, Vorlauf	99	9,1
4	Grauklevner, Auslese der edelfaulen Trauben	116	11,7

Hohe Berglage mit schwerem Lettenboden, nur in guten Jahren wirklich reife, aber stets charaktervolle Weine liefernd.

Tabelle

Weissweine.

Untersucht als Jungweine

No.	Gemarkung	Bodenart	Traubensorte
1	Thann (Vorderer Stauffen)	Kiesboden, bergig	Gr. Klevner, Elbling, Mosttrauben
2	„ (Blosen)	Lehmboden	Elbling und Mosttrauben
3	Uffholz	Lehmboden, südlich	Elbling (stark stichig)
4	„	Sandboden, südwestl. Hang	Elbling
5	Rufach (Wolfsgasse)	Lehmboden, südlich	„
6	„ (Fergel)	„ „	Knipperle
7	Geberschweier	Leichter Lehmboden mit Kalksteinen im Untergrund	Verschiedene
8	„	Schwerer, voller Boden	„
9	Egisheim (Talacker)	Lehmboden mit Sand, mittlere Lage	Knipperle und Süssling
10	Beblenheim	Tiefer Grundboden, niedere Lage	Gemischter Satz mit Gutedel
11	„	Kalkboden, Hügellage	Gutedel und Knipperle
12	St. Petersholz (Altenreben)	Sehr schwerer Boden	Elbling
13	„ „ (Rebberg)	Schwerer Boden, sonnig	Knipperle und Elbling
14	Barr	Kalkboden, Berglage	Verschiedene
15	Goxweiler	Starker Lehmboden, mittlere Höhe	Elbling und Knipperle
16	„	Starker Lehmboden, mittlere Höhe	Knipperle und Sylvaner
17	Oberehnheim (Hoffer)	Lehmboden, ebene südl. Lage	Clevner
18	Kolbsheim	Ton- und kalkhaltiger Sandsteinverwitterungsboden	Riesling, Sylvaner, Gutedel, Muskateller, Elbling
19	„	Ton- und kalkhaltiger Sandsteinverwitterungsboden	Riesling, Sylvaner, Gutedel, Muskateller, Elbling (faul)
20	„	Humoser Lehmboden, zum Teil mit Kalk oder Lettenuntergrund	Gutedel, Sylvaner, Knipperle, Burgunder weiss, schwarz u. grau
21	„	Wie vorstehend; jedoch meist Feldboden mit geringer Neigung	Vorherrschend Gutedel. Besonders junge Reben
22	Marlenheim	Kalkstein, mittlere Lage	Verschiedene
23	„	Grundboden, untere Lage	„
24	Sierck (Marienflosse)	Kalksteinboden	Gewöhnliche Weisstrauben
25	„ (Wirth)	Kalksteinboden mit quarzhaltiger Unterlage	„ „
26	Gentringen	Lehmboden	Weissgrossrasse (Elbling)
27	„ (Hasenloch)	„ Nordosten	Riesling
28	„ (Hinter dem Dorf und Hasenloch)	„ „	Gewöhnliche Weisstrauben
29	Weissenburg (Bahnholz und Steingrüb)	—	—
30	„ (Platten)	—	—
31	„ (Bahnholz und Steingrüb)	—	Tokayer

[1]) Der 0,1 g in 100 ccm übersteigende Zuckergehalt ist in Abzug gebracht worden.

V.

Jahrgang 1900.
beim ersten Ablassen.

Spez. Gewicht bei 15°	Alkohol	Extrakt[1])	Asche	Freie Säuren	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Zucker	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtig. Säuren	Extraktrest nach Abzug der freien Säuren
	g in 100 ccm								
1,0003	4,29	2,010	0,212	0,70	0,056	0,630	0,08	1,380	1,310
0,9983	5,45	2,069	0,235	0,70	0,036	0,655	0,10	1,414	1,369
0,9999	4,23	1,624	0,224	0,64	0,268	0,510	0,11	1,114	0,984
0,9972	5,32	1,602	0,157	0,56	0,068	0,475	0,065	1,127	1,042
0,9949	7,80	2,089	0,184	0,48	0,072	0,390	0,06	1,699	1,609
0,9962	6,93	2,119	0,193	0,51	0,172	0,420	0,075	1,699	1,609
0,9944	8,07	2,184	0,190	0,54	0,072	0,450	0,07	1,734	1,644
0,9960	6,93	2,027	0,213	0,55	0,062	0,473	0,06	1,555	1,477
0,9934	8,49	1,965	0,160	0,505	0,040	0,455	0,10	1,510	1,460
0,9932	9,06	2,095	0,166	0,56	0,052	0,495	0,10	1,600	1,535
0,9937	9,27	2,074	0,245	0,41	0,060	0,335	0,12	1,739	1,664
0,9990	4,89	1,903	0,257	0,46	0,076	0,365	0,13	1,538	1,443
0,9984	5,45	1,998	0,280	0,45	0,076	0,355	0,13	1,643	1,548
0,9944	7,53	1,882	0,179	0,51	0,052	0,445	0,14	1,437	1,372
0,9999	6,86	1,719	0,181	0,55	0,068	0,465	0,06	1,254	1,169
0,9963	6,79	1,997	0,166	0,55	0,064	0,470	0,11	1,527	1,447
0,9964	6,86	2,100	0,193	0,52	0,056	0,450	0,10	1,650	1,580
0,9943	7,60	1,902	0,142	0,57	0,060	0,500	0,08	1,402	1,332
0,9947	8,56	2,265	0,199	0,52	0,056	0,450	0,10	1,815	1,745
0,9947	7,80	2,040	0,158	0,51	0,060	0,435	0,14	1,605	1,530
0,9951	7,12	1,928	0,166	0,63	0,092	0,515	0,12	1,413	1,298
0,9953	7,27	1,945	0,160	0,54	0,076	0,445	0,075	1,500	1,405
0,9958	6,79	1,840	0,122	0,465	0,056	0,395	0,07	1,445	1,375
0,9958	6,86	1,997	0,141	0,64	0,032	0,600	0,075	1,397	1,357
0,9962	7,12	2,131	0,163	0,758	0,036	0,713	0,085	1,418	1,373
0,9960	6,86	1,888	0,197	0,60	0,028	0,565	0,10	1,323	1,288
0,9964	6,59	1,863	0,218	0,55	0,048	0,490	0,10	1,373	1,313
0,9961	6,73	1,900	0,193	0,55	0,040	0,500	0,10	1,400	1,350
1,0002	7,87	3,148	0,354	0,84	0,056	0,770	0,30	2,378	2,308
0,9995	6,47	2,462	0,257	0,89	0,056	0,820	0,22	1,642	1,572
0,9979	8,28	2,694	0,273	0,71	0,036	0,665	0,30	2,029	1,984

Tabelle

Rotweine. Jahr

Untersucht als Jung

No.	Gemarkung	Bodenart	Traubensorte
1	Barr	Kalkboden, Berglage	Portugieser und Lamper
2	Oberehnheim (Gewann Agnes)	Kiesboden. Ebene südliche Lage	Burgunder
3	Kolbsheim	Humoser Lehmboden, zum Teil mit Kalk- od. Lettenuntergrund	„
4	Marlenheim	Kalkstein, mittlere Lage	„
5	„	Grundboden, untere Lage	„
6	Gentringen (Hasenloch)	Lehmboden, Nordosten	Müllerrebe

[1]) Der 0,1 g in 100 ccm übersteigende Zuckergehalt ist in Abzug gebracht.

Tabelle

1900er Weine aus dem Versuchskeller der

Untersucht als Jungweine

No.	Gemarkung	Lage	Bodenart	Traubensorten	Spez. Gew. bei 15°	Alkohol	Gesamt-Säure	Flüchtige Säure	Fixe Säure	Gesamt-Weinsäure	Freie Weinsäure
						In 100 ccm					
											Weiss-
1	Colmar	Endlen	Kies	Riesling	0,9929	8,64	0,495	0,068	0,410	0,2125	0,0225
2	„	„	„	Burgunder weiss und grau	0,9929	8,84	0,43	0,064	0,350	0,1325	0
3	„	„	„	Muskadelle	0,9925	8,74	0,43	0,056	0,36	0,0825	0
4	„	„	„	Sylvaner	0,9936	8,54	0,415	0,052	0,350	0,1275	0
5	„	„	„	Gutedel	0,9935	7,57	0,47	0,048	0,41	0,2625	0,0725
6	„	Winzenheimerstr.	Lehm	Gemisch zahlreicher Sorten	0,9971	6,57	0,95	0,040	0,90	0,4275	0,1875
7	„	„	„	Gemisch besserer Sorten	0,9955	7,53	0,68	0,068	0,595	0,3275	0,1275
8	Rufach	Waldweg	„	Gutedel und Sylvaner	0,9941	7,80	0,56	0,084	0,455	0,2225	0
9	„	„	„	Grauklevner { Vorlauf	0,9923	10,56	0,98	0,035	0,937	0,2675	0
10	„	„	„	Grauklevner { Pressmost	0,9924	10,45	0,593	0,056	0,523	0,1475	0
11	„	„	„	Burgunder nur faule Trauben	0,9941	12,56	0,97	0,076	0,875	0,1325	0
											Rot-
12	Colmar	Endlen	Kies	Portugieser	0,9975	6,59	0,44	0,08	0,34	0,1775	0
13	„	„	„	Blauer Burgunder	0,9960	7,36	0,44	0,088	0,33	0,1375	0
14	„	„	„	Gemisch später Sorten	0,9981	6,50	0,90	0,076	0,805	0,4175	0,1375

Die Weine des Versuchskellers entstammen zum grösseren Teile dem Weinbau-Institut Oberlin in Colmar, zum Teile dem Versuchsweinberge der Versuchsstation. Gelegentlich werden auch die Trauben anderer Besitzer aus solchen Wein-

VI.

gang 1900.

weine beim ersten Ablassen.

Spez. Gewicht bei 15°	Alkohol	Extrakt[1])	Asche	Freie Säuren	Flüchtige Säuren	Nichtflüchtige Säuren	Zucker	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtig. Säuren	Extraktrest nach Abzug der freien Säuren
	g in 100 ccm								
0,9969	7,33	2,414	0,252	0,70	0,036	0,655	0,14	1,759	1,714
0,9978	7,26	2,525	0,257	0,66	0,060	0,585	0,18	1,940	1,865
0,9932	9,49	2,334	0,174	0,52	0,084	0,415	0,08	1,919	1,814
0,9964	8,84	2,822	0,249	0,45	0,056	0,380	0,12	2,442	2,372
0,9964	8,42	2,623	0,232	0,47	0,084	0,370	0,06	2,253	2,153
0,9974	6,47	2,112	0,232	0,47	0,048	0,410	0,16	1,702	1,642

VII.

landwirtschaftlichen Versuchsstation, Colmar.

beim ersten Ablassen.

An Kali gebundene Weinsäure	Weinstein	An alk. Erde gebundene Weinsäure	Möslinger-scher Säurerest	Extrakt	Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren	Extraktrest nach Abzug der freien Säuren	Asche	Zucker	Glyzerin	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Stickstoff	Gesamt-Alkalinität	Wasserlösl. Alkalinität	Alkohol : Glyzerin
sind enthalten Gramme:													In ccm Normal-Natronlauge		
weine:															
0,0800	0,1000	0,1100	0,2925	1,9270	1,5170	1,4320	0,1600	0,05	0,666	0,0180	0,0283	0,0381	1,26	0,53	100 : 7,59
0,1325	0,1660	0	0,2838	2,1140	1,7640	1,6840	0,1804	0,06	0,788	0,0143	0,0253	0,0494	1,56	0,93	100 : 8,11
0,0825	0,1033	0	0,3188	1,9408	1,5808	1,5108	0,2142	0,05	0,703	0,0230	0,0264	0,0583	2,13	1,2	100 : 8,04
0,1275	0,1597	0	0,2863	2,1762	1,8262	1,7612	0,2442	0,06	0,726	0,0347	0,0319	0,0373	2,13	1,13	100 : 8,50
0,0800	0,1000	0,1100	0,2425	1,7554	1,3454	1,2854	0,1524	0,06	0,6990	0,0353	0,0172	0,0335	1,26	0,55	100 : 9,10
0,120	0,1503	0,120	0,5925	2,0710	1,1710	1,1210	0,1590	0,04	0,5096	0,0197	0,0138	0,0400	1,60	0,80	100 : 7,75
0,060	0,751	0,1400	0,3675	2,0490	1,4540	1,3690	0,1540	0,07	0,5917	0,0524	0,0162	0,0433	1,33	0,4	100 : 7,85
0,1100	0,1384	0,1125	0,3438	1,8764	1,4214	1,3164	0,1608	0,07	0,639	0,0181	0,0156	0,0332	1,56	0,73	100 : 8,17
0,160	0,2005	0,1075	0.8033	2,4576	1,5206	1,4776	0,1790	0,09	0.7911	0,0124	0,0169	0,0445	2,00	1,04	100 : 7,49
0,1475	0,1848	0	0,4493	2,3076	1,7846	1,7146	0,2456	0,06	0,6343	0,0218	0,0304	0,0757	2,20	1,26	100 : 6,06
0,1325	0,1460	0	0,8088	3,6300	2,7550	2,6600	0,2400	0,04	1,172	0,0162	0,0276	0,0510	2,6	1,00	100 : 9,33
weine.															
0,1775	0,2224	0	0,2513	2,2588	1,9188	1,8188	0,2898	0,04	0,6436	0,0323	0,0196	0,0256	2,8	2,4	100 : 9,31
0,1375	0,1723	0	0,2613	2,2408	1,9108	1,8008	0,2410	0,07	0,7326	0,0218	0,0156	0,0317	2,53	2,4	100 : 9,95
0,1800	0,2255	0,1200	0,5275	2,4528	1,6478	1,5528	0,1692	0,04	0,6430	0,0240	0,0142	0,0286	1,86	1,2	100 : 9,89

bergen durch die Versuchsstation selbst gelesen und gekeltert, deren Ertrag zu besonderen Versuchszwecken dienen soll. Da die Weine des Versuchskellers von der Traube bis zum Ende der Kellerbehandlung in den Händen der Versuchsstation sich

befinden, so sind bezüglich der Sorten- und Naturreinheit, sowie bezüglich sachgemässer Kellerbehandlung derselben die weitestgehenden Bürgschaften geboten. Dieselben liefern namentlich für das Studium gewisser Einzelfragen, z. B. des Einflusses der Sorte und der Kellerbehandlung, wie auch für die Kenntnis der normalen Entwickelung der Weine auf dem Lager ein äusserst wertvolles Hilfsmittel. Die Besonderheit dieser Weine rechtfertigt es, dieselben von den übrigen für die Weinstatistik herangezogenen Weinen gesondert zu behandeln.

Erläuterungen zu den Weinanalysen des Jahrgangs 1900.

Die Höchst- und Mindestgehalte der 1900er Weine sind nachstehend zusammengestellt:

		Höchstgehalt:	Mindestgehalt:	
Alkohol	Weiss . .	12,56	4,29	
	Rot . . .	9,49	6,47	
Extrakt	Weiss . .	3,630	1,60	
	Rot . . .	2,84	2,17	
Freie Säuren	Weiss . .	0,94	0,41	
	Rot . . .	0,70	0,44	
Mineralbestandteile	Weiss . .	0,35	0,12	
	Rot . . .	0,29	0,17	
Extrakt nach Abzug der freien Säuren	Weiss . .	2,66	0,98	(kranker Wein!)
	Rot . . .	2,37	1,64	
Extrakt nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren	Weiss . .	2,76	1,11	
	Rot . . .	2,44	1,70	

Aus dem Fehlen der hohen Säuregehalte, den durchschnittlich niedrigen Säuregehalten, den im allgemeinen hohen Alkoholgehalten und den hohen Extraktresten tritt der reifere Charakter des Jahrgangs 1900 gegenüber dem Jahrgang 1899 deutlich hervor. Die wenigen auffallend niedrigen Alkoholgehalte der Weine 1—4 der eigentlichen Weinstatistik (siehe Tabellen V und VI) sind auf die durch Hagel und starken Peronosporaschaden veranlasste nicht normale Entwickelung der Trauben zurückzuführen. Die Extrakte liegen in allen Fällen über 1,6, auch die Extraktreste sind meist sehr hoch. An der unteren Grenze stehen in letzterer Hinsicht nur die 2 Weine der verhagelten Gemarkung Uffholz. Von diesen ist die Nummer 3, wie der hohe Essigsäuregehalt dartut, als verdorben anzusehen und daher kein normaler Wein.

Im Aschengehalt weisen wiederum einige Weine sehr niedrige Zahlen auf: Ein Riesling von Kolbsheim und ein Weisswein von Sierck enthalten schon als Jungweine nur wenig über 0,14 g, sodass mit weiterem Lagern eine Unterschreitung der Grenze von 0,14 mit grosser Wahrscheinlichkeit zu erwarten steht. Ein Weisswein von Marlenheim enthält sogar nur 0,122 g Mineralstoffe. An der Naturreinheit der betreffenden Weine ist nach der Herkunft derselben nicht zu zweifeln. Übrigens wiesen auch einige, in der Versuchsstation aus wenig verbreiteten Rebsorten gekelterte und daher nicht in die Weinstatistik aufgenommene Sortenweine des Jahrgangs 1900

nur Mineralstoffgehalte von 0,14—0,15 auf, ein Wein sogar nur 0,126 g. Wie schon bei Besprechung der 1899er Weine erwähnt wurde, kann nicht mehr draran gezweifelt werden, dass Weine mit weniger als 0,14 Asche auch unter den Naturgewächsen Elsass-Lothringens keineswegs sehr selten sind.

Aus den Analysen der Weine des Versuchskellers treten einige bezeichnende Verschiedenheiten der einzelnen Sorten sehr deutlich hervor, so namentlich der niedrige Extraktgehalt der Gutedelweine im Vergleich zu den Sylvaner-, Burgunder- und Rieslingweinen. Diesem niedrigen Extraktgehalt entspricht der niedrigere Phosphorsäure- und Stickstoffgehalt des Gutedelweines.

Besonders bemerkenswert erscheint der auffallend niedrige Säurerest in den zweifellos reinen und nach ihrer Qualität sehr guten Weinen des Versuchskellers. Für die süddeutschen Weinbaugebiete lagen bezüglich dieser Grenzzahl bisher nur wenige Untersuchungen vor. Die hier gefundenen Zahlen lassen es sehr zweifelhaft erscheinen, ob die von verschiedenen Seiten vertretene Anschauung, dass Säurereste unter 0,28 g in 100 ccm bei Naturweinen nur dann vorkämen, wenn zugleich der Extraktgehalt ein sehr hoher sei, auch für elsässische Weine zutrifft. Hat doch beispielsweise der 1900er Gutedel aus der Gemarkung Colmar bei einem Extraktgehalt von nur 1,755 nur einen Säurerest von 0,243. Bei den beiden Rotweinen aus Portugieser und blauem Burgunder sinkt der Säurerest auf 0,251 bezw. 0,261 g in 100 ccm.

Die Weine No. 9 und 10 des Versuchskellers (Rufacher Waldweg, Grauklevner, Vorlauf und Pressmost) zeigen den grossen Unterschied in der Zusammensetzung der zuerst von der Kelter ablaufenden, vorwiegend den Saft des Beerenfleisches enthaltenden Mostanteile gegenüber dem Pressmost oder Nachdruck, welcher vorwiegend die Saftanteile aus den Hülsen, Kernpartien und den Kämmen enthält. Der Vorlauf ist verhältnismässig arm an Extraktrest, Mineralstoffen, Phosphorsäure und Stickstoff, während er an Gesamtsäure und an gesamter Weinsäure reicher ist. Diese Befunde bestätigen die früher von Kulisch für den Unterschied von Vorlauf und Pressmost gemachten Beobachtungen. (Siehe Kulisch, Über die Unterschiede von Vorlauf, Pressmost und Nachdruck, Weinbau und Weinhandel 1893, XI, Seite 115; Zeitschrift für angewandte Chemie, 1898, Heft 25).

Die beiden Weine Vorlauf und Pressmost stehen ihrerseits wieder im Gegensatz zu dem Wein No. 11, (Rufacher Waldweg, Burgunder, nur faule Trauben), welch letzterer die Auslese der edelfaulen Trauben aus demjenigen Rebstück darstellt, dessen gesunde, das heisst nicht faule Trauben die Weine No. 9 und 10 lieferten. Der Vergleich von 9 und 10 einerseits und 11 anderseits zeigt danach den Einfluss der Edelfäule auf den Wein des Grauklevners. Durch die Edelfäule ist der Zuckergehalt des Mostes und damit der Alkoholgehalt des Weines, die flüchtige Säure und ganz besonders der Extraktgehalt erhöht worden; letzterer ist in dem Wein aus edelfaulen Trauben um etwa die Hälfte höher, als in den Weinen aus gesunden Trauben. Die Unterschiede der drei Weine im Säuregehalt sind nicht in erster Linie auf Unterschiede in den Mosten zurückzuführen (siehe Moste 3 und 4 in Tabelle IVa), sondern auf die in den drei Weinen zufällig zu verschiedenen Zeitpunkten eingetretene Säureverminderung.

Die Unterschiede der Weine nach dieser Richtung haben sich auf dem Lager bald ganz ausgeglichen.

Bezüglich der Rotweine sei darauf hingewiesen, dass in Übereinstimmung mit den sonstigen Ergebnissen der amtlichen Weinstatistik deren Extraktgehalt durchweg ein hober ist. Auch der Portugieserwein, welcher von Stöcken stammt, die ausserordentlich reich behangen waren, welcher überdies nur 6 Tage auf der Maische gegoren hat, weist einen Extraktgehalt von 2,26 g auf.

Die Glyzeringehalte, welche sämtlich durch gut übereinstimmende Doppelbestimmungen ermittelt wurden, ergeben mehrfach so niedrige Gehalte, dass auf 100 Teile Alkohol nur 6—8 Teile Glyzerin kommen. Diese Befunde bestätigen aufs neue, dass es durchaus nicht gerechtfertigt ist, allein aus einem niedrigen Alkohol-Glyzerin-Verhältnis auf Zusatz von Alkohol zum Wein zu schliessen. Die früher nach dieser Richtung aufgestellten Normen, welche auch jetzt noch vielfach in der Kontrolle des Weinverkehrs als massgebend angesehen werden, entsprechen zweifellos nicht mehr dem heutigen Stande unserer Kenntnisse.

Sammlung von Gutachten über Flussverunreinigung.

(Fortsetzung.)

XV. Weiteres Gutachten, betreffend die Beseitigung der Kanalabwässer der Residenzstadt Schwerin (vgl. Bd. V. S. 395 und Bd. XIV. S. 453).

Berichterstatter: Geheimer Regierungsrat **Dr. Ohlmüller.**

(Hierzu Tafel V).

Seit der Vollendung des Ausbaues der städtischen Kanalisation im Jahre 1893 werden die Kanalwässer, bestehend aus den Strassen- und Haushaltungsabwässern, zum grösseren Teil in den grossen Schweriner See, zum geringeren in den Ziegelsee eingeleitet; der Ostorfersee nimmt die gleichen Abwässer der nicht zur Stadt gehörigen Villenkolonien Ostorf und der dort befindlichen Artilleriekaserne auf. Eine Reinigung der Abwässer findet vor der Einleitung nur insofern statt, als die gröbsten Sink- und Schwimmstoffe durch Absatzkästen in den Kanälen bezw. durch Gitter an deren Mündungen zurückgehalten werden.

Seit der letzten Begutachtung durch das Kaiserliche Gesundheitsamt[1]) am 25. August 1897 hat sich das zu entwässernde Stadtgebiet nur unwesentlich vergrössert; auch sind die übrigen Verhältnisse die gleichen geblieben. Die Villenkolonie Ostorf ist inzwischen gewachsen, und damit haben sich die Abwässer aus dieser, welche in den Ostorfer See gelangen, vermehrt.

Auf Antrag der Grossherzoglichen Regierung wurde das Kaiserliche Gesundheitsamt beauftragt, sich darüber gutachtlich zu äussern,

1. „ob durch die Einführung der städtischen Abwässer in den grossen Schweriner See eine derartige Verschlechterung des Seewassers eingetreten ist, dass Vorkehrungen getroffen werden müssen, um den guten Gesundheitszustand zu erhalten und etwaige Gefahren für die Anwohner zu beseitigen,"

2. „ob durch die Einführung der Abwässerung seitens der sehr vergrösserten Villenkolonie Ostorf, des Schlosses, des Marstalles, der Idiotenanstalt und der Irrenheilanstalt Sachsenberg in die um Schwerin liegenden kleineren Gewässer, selbst wenn die Stadtverwaltung eine Kläranlage herrichtet, die Reinigung der Wasserbecken wesentlich erschwert oder gar vereitelt wird,"

3. „ob die kleineren Gewässer durch die ungeklärte Einführung der Abwässer nicht für die Stadt Gefahren für die Gesundheit herbeiführen können."

Zur Lösung dieser Fragen wurde zunächst das Wasser der Seen an verschiedenen Stellen untersucht, um durch den Vergleich dieser Untersuchungsergebnisse mit den früher gewonnenen Resultaten Schlüsse insofern ziehen zu können, ob das Seewasser

[1]) Vgl. Bd. XIV, S. 453.

im Laufe der Zeit sich in seiner Beschaffenheit geändert hat. Die Entnahme der Proben fand am 25. August 1902 statt.

Im allgemeinen ist hierzu zu bemerken, dass am 25. August 1902 die Keimzahlen des Wassers allenthalben höher waren als am gleichen Tage des Jahres 1897. Dies erklärt sich daraus, dass die Algenflora am früheren Untersuchstage sehr viel stärker entwickelt war als am letzten. Es ist eine bekannte Erfahrung, dass mit der stärkeren Entwickelung dieser chlorophyllhaltigen Wasserpflanzen das Bakterienwachstum zurücktritt. Weiterhin erklärt sich der höhere Keimgehalt am 25. August 1902 für die näher dem Ufer gelegenen Stellen aus dem Umstande, dass dem Tage, an welchem die Wasserproben entnommen worden sind, stärkere Niederschläge vorausgingen, wobei stark bakterienhaltiges Material nach den Seen abgeschwemmt wurde. Die Höhe der Niederschläge betrug am

19.	August	1902	12,0 mm
20.	„	„	6,8 „
21.	„	„	7,6 „
22.	„	„	0,8 „
23.	„	„	— „
24.	„	„	— „
25.	„	„	1,4 „

Es wäre nicht zutreffend, nur aus den höheren Keimzahlen am 25. August 1902 zu schliessen, dass die Verunreinigung des Seewassers durch die Einleitung des Kanalwassers zugenommen hat. Inwieweit das Ergebnis der bakteriologischen Untersuchung zu einer solchen Beurteilung herangezogen werden darf, wird sich bei der gesonderten Besprechung der Beschaffenheit des Wassers an den einzelnen Entnahmepunkten ergeben.

Zur Entnahme der Wasserproben wurden im wesentlichen die gleichen Stellen wie früher beibehalten; sie hatten sich als geeignet erwiesen, Unterschiede des durch Kanalwasser nicht beeinflussten Seewassers von dem beeinflussten zu erkennen. Die früheren Ergebnisse wurden dadurch mit diesen vergleichbar.

Der grosse Schweriner See zwischen der Einmündungsstelle des Hauptsieles am Hintenhofe und dem Kaninchenwerder.

Die Untersuchung bezweckte die Beschaffenheit des Seewassers nahe der Einmündungsstelle des Hauptsieles abzuschätzen mit der des offenen Sees. Um die Beeinflussung des Wassers durch das zugeschwemmte Regenwasser kennen zu lernen, ist nahe dem Ufer nördlich und südlich von der Sielmündung, etwa in gleicher Höhe, je eine Probenentnahme eingelegt worden. Es wurden folgende in Tabelle 1 verzeichneten Ergebnisse gewonnen; zum Vergleich sind die früheren beigefügt.

In seiner chemischen Zusammensetzung hat sich das Wasser an diesen Stellen des grossen Schweriner Sees unwesentlich verändert. Die geringe Vermehrung der Chlorverbindungen gegen früher kann nicht auf den Zutritt der Kanalwässer bezogen werden, denn sie ist auch eingetreten an Seestellen — am grossen Stein sowie

zwischen diesem und dem Kaninchenwerder —, welche von den Kanalwässern nicht beeinflusst werden können. Ebenfalls belanglos sind die Unterschiede in den Oxydationsgrössen; der Sauerstoffverbrauch war 1897 in dem reinen Wasser am grossen Stein genau so gross (6,4 mg), wie 1902 vor der Mündung des Hauptsieles (6,3).

Tabelle 1. Analyse des Wassers vom grossen Schweriner See.

Entnahmestellen des Wassers	Entnommen den 25. August	Äusserliche Beschaffenheit der Probe	Milligramme im Liter												Keime in 1 ccm
			Suspendierte Stoffe	Rückstand bei 110°	Glühverlust	Oxydierbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salpetrige Säure	Ammoniak	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Eisenoxyd	
Ungefähr 30 m vor der Hauptsielmündung	1897	klar, leicht gelblich gefärbt	geringe Spuren	200,0	100	5,5	23	vorhanden	0	0	kaum Spur	49,4	9,5	kaum Spur	5 950
Ebenda	1902	klar, mit einem Stich ins Graue, keine Algen sichtbar	desgl.	160,8	63,8	6,3	28,0	desgl.	0	0	Spur	54,7	8,3	Spur	94 200
Ungefähr 150 m südlich von dem Hauptsiel	1902	klar, keine Algen sichtbar	desgl.	163,0	62,8	6,5	26,0	desgl.	0	0	0	61,0	8,2	desgl.	5 040
Ungefähr 150 m nördlich von dem Hauptsiel	1902	klar, keine Algen sichtbar	desgl.	170,0	65,4	5,8	28,0	desgl.	0	0	0	60,5	8,3	desgl.	10 570
Beim grossen Stein	1897	farblos u. klar, vereinzelte Algen sichtbar	0	185,0	97	6,4	22	desgl.	0	0	kaum Spur	53,4	10,6	kaum Spur	15
Ebenda	1902	klar, keine Algen sichtbar	Spur	157,2	60,4	5,5	28,0	desgl.	0	0	0	57,4	5,4	desgl.	1 528
Zwischen dem grossen Stein und dem Kaninchenwerder	1897	farblos u. klar	0	190,0	102,0	6,7	21,1	desgl.	0	0	0	51,0	9,3	desgl.	9
Ebenda	1902	klar, keine Algen sichtbar	Spur	160,2	60,2	5,4	28,0	desgl.	0	0	0	58,9	8,1	desgl.	618

Wenn man auch den Glühverlust des Rückstandes nicht ausschliesslich auf organische Substanzen beziehen darf, so soll doch hervorgehoben werden, dass dieser bei der letzten Untersuchung immer niedriger war als bei der früheren. Von den Endprodukten stickstoffhaltiger Stoffe, Ammoniak, salpetrige und Salpetersäure war auch diesmal das erstere nur in Spuren, die beiden anderen überhaupt nicht vertreten.

Die Verunreinigung, welche das Seewasser durch die Einmündung des Hauptsieles erfährt, ist so gering, dass sie bei den angewandten Methoden der chemischen Wasseruntersuchung nicht mehr zum Ausdruck kam. Im Hinblick auf die Tatsache, dass bei der Zersetzung organischer Stoffe Kohlensäure frei und Sauerstoff gebunden

werden, wurde das Wasser noch auf diese Bestandteile untersucht. Hierbei ergaben sich die in Tabelle 2 zusammengestellten Resultate.

Tabelle 2.

Entnahmestellen des Wassers	Milligramm im Liter					Keim in 1 ccm
	freier Sauerstoff	Kohlensäure				
		gesamte	ganz gebundene	halb gebundene	freie	
Ungefähr 30 m vor der Hauptsielmündung .	8,4	100,0	40,0	40,0	20,0	94 200
„ 150 m südlich vom Hauptsiel . .	8,8	87,0	36,0	36,0	15,0	10 570
„ 150 m nördlich vom Hauptsiel . .	9,4	94,5	38,5	38,5	17,5	5 040
Am grossen Stein	9,9	84,0	39,0	39,0	6,0	1 528
Zwischen grossem Stein und Kaninchenwerder	9,4	89,0	44,0	44,0	1,0	618

Wie zu erwarten war, ist der Gehalt des Wassers an freier Kohlensäure an den drei Punkten in der Gegend der Sielmündung höher, und im Einklang damit sind die Zahlen der Keime, deren Gegenwart mit der Zersetzung der organischen Masse in ursächlichem Zusammenhange steht. Der freie Sauerstoff ist dort nur wenig verändert. Diesen Befund rechtfertigt die Beobachtung, dass niemals ein Fischsterben aufgetreten ist, selbst wenn der See durch eine Eisdecke geschlossen war, wobei der Zutritt von Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft ausgeschlossen ist. Den deutlichsten Ausschlag gab die bakteriologische Untersuchung. Die höchste Keimzahl ergab sich naturgemäss in der Nähe der Einmündung des Sieles. Dass diese nicht ausschliesslich auf den Zutritt des Kanalwassers zu beziehen ist, sondern zum Teil wohl durch abgeschwemmtes Regenwasser mit hervorgerufen war, dafür sprechen die hohen Zahlen an den Stellen südlich und nördlich von der Sielmündung. Die beiden letzten Befunde beleuchten in überzeugender Form die Schärfe und Genauigkeit der bakteriellen Zählmethode. Während der Entnahme der Proben südlich und nördlich vom Siel herrschte Südwestwind; das Sielwasser wurde sonach in die nördliche Richtung geschoben. Tatsächlich war auch der Keimgehalt nördlich grösser (10570) als südlich (5040).

Diese Untersuchungen haben somit bewiesen, dass durch die Einleitung des Kanalwassers eine Verunreinigung des Seewassers stattfindet. Dieselbe ist jedoch so geringgradig, dass sie sich nur durch eine Vermehrung der freien Kohlensäure und des Keimgehaltes kundgab. Jedenfalls ist sie aber nicht derartig, dass sie zu hygienischen Bedenken Veranlassung gibt. Am Tage der Probenentnahme und am folgenden Tage wurde die Gegend der Einmündungsstelle des Sieles befahren. Dabei wurde das Aufsteigen zahlreicher grösserer und kleinerer Gasblasen bemerkt, welche zumeist wohl aus Sumpfgas und Kohlensäure bestanden; ein Geruch nach Schwefelwasserstoff, wie überhaupt irgend ein übler Geruch konnte nicht wahrgenommen werden. Die Gasblasen hoben ab und zu Schlammfladen an die Wasseroberfläche; diese waren nicht schmierig, sondern fühlten sich etwa wie fein zerkleinertes Stroh an, sie hatten einen leicht moderigen Geruch. Diese Fladen werden unangenehm empfunden; sie sammeln sich bei Windstille an oder werden durch den Wind auf dem See vertrieben.

Man kann aber diese Belästigung beseitigen, wenn man die schwimmenden Fladen mit einem Rechen aus dem Wasser zieht. Dieser einzige Nachteil, welcher in gesundheitlicher Hinsicht belanglos ist und vielmehr nur das Auge beleidigt, kann die Forderung nicht rechtfertigen, dass an Stelle des jetzigen Verfahrens der Abwässerbeseitigung ein anderes, kostspieligeres gesetzt werde, zumal das Übel abgestellt werden kann.

Die an die Stadt angrenzenden Teile des grossen Schweriner Sees.

Auch in diesem Bezirk hat sich bezüglich der Ableitung der Abwässer seit dem Jahre 1897 nichts geändert; in den Burgsee und den Beutel mündet kein Kanal, aus dem Schloss und dem Marstall fliessen Abwässer dem grossen Schweriner See zu.

a) Der Burgsee.

Von allen Gewässern schien der Burgsee bei der Besichtigung das unreinste zu sein. Die Untersuchung führte zu folgendem in der Tabelle 3 (S. 248 u. 249) verzeichneten Ergebnis.

Dieses Wasser hatte bei der letzten Untersuchung eine ungünstigere Beschaffenheit als bei der früheren: Die suspendierten Stoffe haben zugenommen, Oxydierbarkeit, Chlor- und Ammoniak-Gehalt sind höher geworden; dabei ist die Keimzahl beträchtlich hoch.

Vergegenwärtigt man sich die Lage des Burgsees, so wird dieser Befund erklärlich. Der Burgsee hat nur eine einzige, schmale Verbindung mit dem grossen Schweriner See; der Wasseraustausch ist behindert und daher unbedeutend. Nach gewordener Mitteilung ist der im Laufe der Zeit angesammelte Schlamm niemals ausgebaggert worden. Dieser geht allmählich mehr und mehr in Fäulnis über und daraus erklärt sich der Befund der chemischen und bakteriologischen Untersuchung. Im Einklang damit stehen auch die ermittelten Mengen von freiem Sauerstoff und freier Kohlensäure. Namentlich der niedrige Gehalt des Wassers an freiem Sauerstoff ist bemerkenswert; von diesem Gas wurden nur 4,3 mg ermittelt, während sich im freien Seewasser zwischen dem grossen Stein und dem Kaninchenwerder 9,4 mg (vergl. Tabelle 2) vorfanden. Verhältnismässig geringer war die Vermehrung der freien Kohlensäure, es stehen sich die Zahlen 9,0 und 1,0 (vergl. Tabelle 2) mg gegenüber, während das Wasser bei der Sielmündung am Hintenhof 20,0 mg (vergl. Tabelle 2) Kohlensäure aufwies. Dies ist darauf zurückzuführen, dass dort anders geartete Stoffe in Zersetzung begriffen sind als im Burgsee; denn im grossen Schweriner See an der Sielmündung kommen zu dem natürlichen Schlamm am Seegrunde noch die ungelösten Stoffe des Kanalwassers.

Die Verunreinigung des Burgseewassers ist unverkennbar; es ist dringend zu empfehlen, diese durch Ausbaggerung des Schlammes zu beheben. Denn, wenn auch dieser Zustand als direkt krankheitserregend nicht bezeichnet werden kann, so muss er doch als hygienisch nicht einwandsfrei erachtet werden.

Tabelle 3. Analyse

Entnahmestellen des Wassers	Entnommen am 25. August	Äusserliche Beschaffenheit der Probe	Milligramme					
			Suspendierte Stoffe	Rückstand bei 110°	Glühverlust	Oxydierbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Chlor	Schwefelsäure
Mitte des Sees	1897	gelblich, viele suspendierte Teilchen	geringe Spuren	225,0	115,0	9,5	21,6	vorhanden
Ebenda	1902	gelblich, vereinzelte Algen	9,9	191,0	74,0	12,5	32,0	desgl.

b) Der Beutel,

dessen Analyse in Tabelle 4 mitgeteilt ist, hat mit dem Burgsee insofern eine Ähnlichkeit, als auch hier am Seegrund grosse Schlammmassen lagern; doch unterscheidet sich dieses Wasser durch eine üppig entwickelte Vegetation von Wasserpflanzen. Diesem Umstande verdankt das Wasser seine bessere Beschaffenheit; die chlorophyllhaltigen Pflanzen einschliesslich der grünen Algen benutzen solche Stoffe zu ihrem Aufbau, welche durch Bakterientätigkeit und Oxydation hierzu vorbereitet werden. Es darf daher nicht wundern, dass die Keimzahl gross ist, wenngleich ihre Höhe

Tabelle 4. Analyse

Entnahmestellen des Wassers	Entnommen am 25. August	Äusserliche Beschaffenheit der Probe	Milligramme					
			Suspendierte Stoffe	Rückstand bei 110°	Glühverlust	Oxydierbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Chlor	Schwefelsäure
Mitte des Beutels	1897	farblos und klar	0	195,0	93,0	8,4	22	vorhanden
Ebenda	1902	klar, wenig Algen	Spur	186,8	71,8	8,6	30,0	desgl.

c) Der grosse Schweriner See zwischen Schloss und Kalkwerder.

Die Analyse des Wassers dieses Sees ist in Tab. 5 enthalten.

Wenn auch der Rückstand und dessen Glühverlust gegenüber der früheren Untersuchung abgenommen haben, so ergibt doch die Analyse am 25. August 1902

Tabelle 5. Wasseranalyse des grossen Schweriner

Entnahmestellen des Wassers	Entnommen am 25. August	Äusserliche Beschaffenheit der Probe	Milligramme					
			Suspendierte Stoffe	Rückstand bei 110°	Glühverlust	Oxydierbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Chlor	Schwefelsäure
Zwischen Kalkwerder und Schloss	1897	farblos, feinste suspendierte Teile	geringe Spuren	195,0	80,0	7,1	21,6	vorhanden
Ebenda	1902	gelblich, vereinzelte Algen sichtbar	Spuren	177,6	68,6	10,0	28,0	desgl.

des Burgsee-Wassers.

im Liter											
							Kohlensäure				
Salpetersäure	Salpetrige Säure	Ammoniak	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Eisenoxyd	Freier Sauerstoff	gesamte	ganz gebundene	halb gebundene	freie	Keime in 1 ccm
0	0	geringe Mengen	73,0	10,9	kaum Spur	—	—	—	—	—	44
0	0	3,5	65,8	9,8	desgl.	4,3	131,0	61,0	61,0	9,0	87 600

zum Teil durch den Zutritt von Regenwasser bedingt war. Durch die Zersetzung der organischen Schlammteile wurde die freie Kohlensäure auf einen Gehalt von 28,0 mg im Liter gebracht. Dass hierbei im Beutel der freie Sauerstoff relativ hoch war, ist auf die Pflanzenatmung zurückzuführen.

Gesundheitliche Nachteile haben die Zustände im Beutel nicht im Gefolge, da die natürliche Vegetation die Folgen der Schlammzersetzung ausgleicht. Jedoch wird man diesen Seeteil ausbaggern müssen, wenn man ihn erhalten will, damit nicht durch immer zunehmende Ablagerung des Schlammes sich schliesslich ein Sumpf bildet.

des Wassers im Beutel.

im Liter											
							Kohlensäure				
Salpetersäure	Salpetrige säure	Ammoniak	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Eisenoxyd	Freier Sauerstoff	gesamte	ganz gebundene	halb gebundene	freie	Keime in 1 ccm
0	0	0	52,0	11,5	kaum Spur	—	—	—	—	—	350
0	0	0,5	67,0	8,5	Spur	8,7	122,0	47,0	47,0	28,0	47 500

eine ungünstigere Beschaffenheit des Wassers an dieser Seestelle: Die Oxydierbarkeit, sowie der Gehalt an Chlor und Ammoniak haben zugenommen. Dabei zeigte sich ein relativ geringer Gehalt an freiem Sauerstoff, neben einem grossen an freier Kohlensäure.

Sees zwischen Schloss und Kalkwerder.

im Liter											
							Kohlensäure				
Salpetersäure	Salpetrige säure	Ammoniak	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Eisenoxyd	Freier Sauerstoff	gesamte	ganz gebundene	halb gebundene	freie	Keime in 1 ccm
0	kaum Spur	0	58,0	11,1	kaum Spur	—	—	—	—	—	460
0	0	1,5	67,0	8,7	Spur	6,7	110,0	45,0	45,0	20,0	34 750

Die Einwirkung des Zutrittes von Abwässern aus dem Schlosse hat sich sonach im Seewasser bemerkbar gemacht. Dass diese Beschaffenheit des Seewassers nur auf diese Verunreinigung zurückzuführen ist und nicht etwa durch die Einmündung der städtischen Kanalwässer am Hintenhof mit beeinflusst wird, geht daraus hervor, dass das Wasser an einer zwischen dem Hintenhof und dem Schloss gelegenen Stelle, nämlich südlich von der Einmündung des Hauptsieles, reiner war. Die bezüglichen Ergebnisse der Untersuchung sind in Tabelle 6 gegenübergestellt worden; es wurde ermittelt:

Tabelle 6.

	Oxydierbarkeit	Freier Sauerstoff	Freie Kohlensäure	Keimzahl
Bei dem Hintenhof . . .	6,3	8,4	20,0	94 200
Südlich vom Hintenhof .	6,4	9,4	17,5	5 040
Bei dem Schloss	10,0	6,7	20,0	34 750

Das Wasser bei dem Schloss unterscheidet sich von dem an den beiden anderen Punkten; es hat eine höhere Oxydierbarkeit und ist sauerstoffärmer, abgesehen von

Tabelle 7. Analyse des

Entnahmestellen des Wassers	Entnommen am 25. August	Äusserliche Beschaffenheit der Probe	Milligramme: Suspendierte Stoffe	Rückstand bei 110°	Glühverlust	Oxydierbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Chlor	Schwefelsäure
Mitte des Teiches	1897	sehr viele schwimmende Algen, sonst klar, gelblich	geringe Menge	262,0	103,0	9,7	16,7	vorhanden
Ebenda	1902	klar, wenige Algen sichtbar	Spuren	201,6	80,0	10,5	18,0	desgl.
Nördliches Ende des Teiches	1897	sehr viele schwimmende Algen, sonst klar, gelblich	geringe Menge	273,0	123,0	10,0	24,5	desgl.
Ebenda	1902	klar, wenige Algen sichtbar	Spuren	208,4	84,2	10,4	20,0	desgl.

Der Ziegelsee.

Der Ziegelsee nimmt an der Knaudtstrasse die Abwässer von einigen Grundstücken (etwa 50) auf; am westlichen Ufer, annähernd in der Mitte, fliessen ihm Abwässer aus der Irrenanstalt Sachsenberg zu. Das Wasser wurde an drei Stellen untersucht: in der Mitte des Sees gegenüber dem Sachsenberg, in der Mitte des der Stadt zunächst liegenden Seeabschnittes und an der Mündung des Sieles an der Knaudtstrasse. Das Ergebnis ist in Tabelle 8 (S. 252 und 253) enthalten.

Das Seewasser hat seine Beschaffenheit gegen früher nur wenig geändert. Der Zutritt von Abwässern macht sich in der Nähe der Einmündung des Sieles nur durch eine Erhöhung der Keimzahl und eine geringe Abnahme des freien Sauerstoffs

den geringen Schwankungen der Werte für freie Kohlensäure, tritt der Unterschied am deutlichsten in den Keimzahlen hervor.

Der Pfaffenteich.

Eine Untersuchung des Pfaffenteichwassers kam nur insofern in Betracht, als dieser Teich in seinem nördlichen Winkel von der Aue durchflossen wird. Dieser Bach kommt aus dem Medeweger See, in welchen die Abwässer der Idiotenanstalt abfliessen. Es wurde daher je eine Probe aus der Mitte und dem nördlichen Ende des Pfaffenteiches untersucht. Das Ergebnis ist in Tabelle 7 zusammengestellt.

Nach dem Unterschiede zwischen der früheren und jetzigen Analyse (Rückstand, Glühverlust) ist die Beschaffenheit des Wassers besser geworden. Der Durchfluss der Aue am nördlichen Ende des Teiches nach dem Ziegelsee machte sich im Vergleich mit der Probe aus der Mitte des Sees durch eine geringe Verminderung des freien Sauerstoffs und eine Vermehrung der freien Kohlensäure bemerkbar, ohne dass sich die Keimzahl wesentlich änderte. Dieser Befund kann auf den Zutritt der Abwässer aus der Idiotenanstalt bezogen werden, er ist zu unbedeutend, als dass daraus ein hygienisches Bedenken abgeleitet werden könnte.

Pfaffenteich-Wassers.

im Liter											Keime in 1 ccm
							Kohlensäure				
Salpetersäure	Salpetrige Säure	Ammoniak	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Eisenoxyd	Freier Sauerstoff	gesamte	ganz gebundene	halb gebundene	freie	
0	Spur	Spur	82,4	10,9	Spur	—	—	—	—	—	—
0	0	0	91,7	7,4	desgl.	9,3	135,0	65,0	65,0	5,0	2 360
0	kaum Spur	Spur	88,0	10,7	kaum Spur	—	—	—	—	—	—
0	0	0	89,7	7,5	Spur	8,4	124,0	54,0	54,0	16,0	2 460

bemerkbar. Die Beeinflussung des Seewassers durch die Abwässer ist sonach belanglos.

Der Ostorfer See.

Wie schon eingangs erwähnt, haben die Abwässer, welche dem See zugeführt werden, durch die Vergrösserung der Villenkolonie zugenommen. Bei der früheren Untersuchung zeigte das Wasser in der Mitte des Sees eine verhältnismässig hohe Oxydierbarkeit (19,2 mg). Um die Ursache dieser Erscheinung aufzuklären, wurde bei der letzten Untersuchung noch eine Probe aus dem südwestlichen Teil des Sees entnommen in der Richtung eines dort zufliessenden Moorgrabens. Bekanntlich ist das Wasser aus Moorböden reich an gelösten organischen Stoffen und besitzt eine

Tabelle 8. Analyse des

Entnahmestellen des Wassers	Entnommen am 25. August	Äusserliche Beschaffenheit der Probe	Milligramme					
			Suspendierte Stoffe	Rückstand bei 110°	Glühverlust	Oxydierbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Chlor	Schwefelsäure
Mitte des Sees, gegenüber dem Sachsenberg	1902	klar, wenig Algen sichtbar	Spuren	197,8	76,4	7,7	22,0	vorhanden
Mitte des inneren Seeteils	1897	viele schwimmende Algen, sonst klar und farblos	geringe Spuren	228,0	103,0	8,0	18,6	desgl.
Ebenda	1902	klar, wenig Algen sichtbar	Spuren	195,4	75,4	8,7	22,0	desgl.
Vor der Sielmündung	1897	viele schwimmende Algen, leicht getrübt	geringe Mengen	240,0	105,0	7,5	18,1	desgl.
Ebenda	1902	klar, wenig Algen sichtbar	Spuren	194,8	76,6	8,5	24,0	desgl.

hohe Oxydierbarkeit. Es wurden folgende in Tabelle 9 zusammengestellten Ergebnisse gewonnen.

Hiernach scheint es allerdings, dass die verhältnismässig hohe Oxydierbarkeit eine Eigentümlichkeit dieses Seewassers ist, welche durch den Zufluss von Wasser aus einer Moorgegend bedingt ist. Diese war am höchsten in einiger Entfernung (etwa 200 m) von der Mündung des Moorgrabens. Da nun der See durch zwei Landzungen, welche nur eine schmale Strasse zwischen sich lassen, in zwei Teile geschieden ist, so wird sich ein Ausgleich des Wassers zwischen den beiden Seeteilen nur allmählich vollziehen.

Von diesem Gesichtspunkte aus lässt sich das Urteil abgeben, dass die Ein-

Tabelle 9. Analyse des

Entnahmestellen des Wassers	Entnommen am 25. August	Äusserliche Beschaffenheit der Probe	Milligramme					
			Suspendierte Stoffe	Rückstand bei 110°	Glühverlust	Oxydierbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Chlor	Schwefelsäure
Vor Einfluss des Kanales der Artillerie-Kaserne ca. 20 m vom Ufer	1897	grünlich, feinste suspendierte Teile, viele schwimmende Algen	15.0	220,0	95,0	12,3	18,1	vorhanden
Ebenda	1902	gelblich, viele schwimmende Algen sichtbar	6,9	183,2	73,6	12,1	24,0	desgl.
Mitte des Sees	1897	grünlich, heller u. durchsichtiger, feinste suspendierte Teile, viele schwimmende Algen	14,3	225,0	105,0	19,2	21,0	desgl.
Ebenda	1902	gelblich, viele schwimmende Algen sichtbar	5,2	182,8	74,0	9,0	26.0	desgl.
Am Einfluss des Moorgrabens	1902	ebenso	9,3	201,6	87,2	16,0	24,0	desgl.

Ziegelsee-Wassers.

im Liter												Keime in 1 ccm
							Kohlensäure					
Salpeter-säure	Salpetrige säure	Ammoniak	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Eisenoxyd	Freier Sauerstoff	gesamte	ganz gebundene	halb gebundene	freie		
0	0	0	80,7	8,3	Spur	8,7	121,0	55,0	55,0	11,0		43
0	0	kaum Spur	56,6	11,7	desgl.	—	—	—	—	—		38
0	0	0	81,7	8,0	desgl.	9,6	123,0	54,0	54,0	15,0		353
0	kaum Spur	sehr geringe Menge	78,0	10,6	desgl.	—	—	—	—	—		325
0	0	Spur	80,2	10,0	desgl.	7,7	122,0	55,0	55,0	12,0		4 140

leitung der Abwässer aus der Villenkolonie und der Kaserne als Verunreinigung im See nicht erkennbar ist. Denn wenn auch die Oxydierbarkeit nahe dem Einfluss des Kanales aus der Kaserne etwas höher war als in der Mitte des Sees, so sprechen doch die übrigen Analysenresultate für die Reinheit des Wassers: Die Chlorzahlen sind sich fast gleich am Rande und in der Mitte des Sees, von den stickstoffhaltigen Verbindungen wurde nur das Ammoniak in Spuren nachgewiesen, der Gehalt an freiem Sauerstoff und freier Kohlensäure hat sich an der Stelle, wo die Abwässer zufliessen, im Vergleich zur Mitte des Sees unwesentlich geändert.

Bemerkenswert ist, dass in diesem Seewasser in Übereinstimmung mit der Wahrnehmung einer üppigen Algenentwickelung der Keimgehalt niedrig war.

Ostorfer See-Wassers.

im Liter												Keime in 1 ccm
							Kohlensäure					
Salpeter-säure	Salpetrige säure	Ammoniak	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Eisenoxyd	Freier Sauerstoff	gesamte	ganz gebundene	halb gebundene	freie		
0	0	Spur	72,0	10,4	Spur	—	—	—	—	—		20
0	0	desgl.	67,8	10,2	desgl.	8,7	117,0	53,0	53,0	11,0		320
0	0	desgl.	70,0	8,5	desgl.	—	—	—	—	—		35
0	0	desgl.	70,7	8,0	desgl.	8,3	112,0	49,0	49,0	14,0		370
0	0	desgl.	72,9	7,0	geringe Spur	—	—	—	—	—		4 125

Die Schlammablagerung der Seen.

Ausser diesen Wasseranalysen wurden noch Untersuchungen von Schlamm ausgeführt, wozu die Proben an verschiedenen Stellen der einzelnen Seen entnommen waren, um die Ergebnisse untereinander zu vergleichen.

Um zunächst ein Bild zu geben von den Schlamm-Mengen, welche sich in der Umgebung der Sielmündung am Hintenhof ablagern, sind in der Tafel V die hierüber angestellten Messungen in graphischer Darstellung wiedergegeben. Auf derselben ist ersichtlich die Tiefe des Seegrundes vor Inbetriebnahme des Sieles im Jahre 1889, die Höhe der Schlammablagerung in Zentimetern im Jahre 1895, 1900 und 1902. Der Schlamm wurde ausgebaggert im Jahre 1896 (531 cbm in nasser Form) und 1901 im Oktober (140 cbm in abgelagerter Form). Die niedrigeren Zahlen der Schlammhöhen im August 1902 erklären sich daraus, dass bei dieser Messung der Schlamm sich seit der letzten Ausbaggerung im Oktober 1901 nur innerhalb 11 Monate abgelagert hatte, während für die beiden früheren Messungen eine mehrjährige Ablagerungszeit vorliegt.

Wie ersichtlich, breitet sich der Schlamm am Seegrunde in einem Kreis von etwa 55 m Radius aus, und es ist zu betonen, dass diese Fläche seit der Inbetriebnahme des Hauptsieles nicht grösser geworden ist. Die Beobachtung hat gelehrt, dass eine Entfernung des Schlammes alle 5 Jahre ausreichend ist. An der Grenze dieser Zone erwies sich der aus dem See hervorgeholte Grund als reiner, weisser Kalkboden.

Die Untersuchung der Schlammproben aus den Seen lieferte, auf Trockensubstanz bezogen, folgende Ergebnisse:

Tabelle 10. Schlammanalysen.

Ort der Entnahme des Schlammes	Anorganische Bestandteile %	Organische Bestandteile %	Stickstoff %	Neutralfett und freie Fettsäuren[1]) %	Seifen[2]) %
Ungefähr 30 m vor der Mündung des Hauptsieles am Hintenhof	62,22	37,78	0,94	2,04	1,86
Zwischen Kalkwerder und Schloss	68,20	31,80	0,72	0,50	1,54
Mitte des Burgsees	70,63	29,37	0,87	0,58	3,60
Ostorfer See, südlicher Winkel	68,50	31,50	1,00	0,71	2,00
Ostorfer See, vor der Mündung des Moorbaches	53,57	46,43	1,50	0,65	1,16

Im Ostorfer See war die höhere Oxydierbarkeit des Wassers als dessen natürliche Beschaffenheit aufgefasst worden, da in der Mitte des Sees und am Einfluss des Moorbaches die Verunreinigung durch Kanalwasser ausgeschlossen ist. Die Richtigkeit dieser Annahme wird durch die Schlammuntersuchungen bestätigt; in der Gegend, wo der Bach aus dem hinterliegenden Moorgebiet ein Wasser zuführt, das reich an

[1]) Auszug aus dem trockenen Schlamm mit Äther.

[2]) Der mit Äther ausgezogene trockene Schlamm wurde mit Salzsäure behandelt und dann abermals mit Äther ausgezogen.

gelösten organischen Substanzen ist, sind auch im Schlamm die organischen Bestandteile und der Stickstoff am stärksten vertreten, sie nehmen nach der Mitte (südlicher Winkel) ab, bleiben aber immerhin verhältnismässig hoch, obwohl gerade diese Stelle von jeder städtischen Verunreinigung frei sein muss. Dort, wo eine solche am meisten zu erwarten gewesen wäre, vor der Einmündung des Kanales aus der Artilleriekaserne, fand sich am Seegrund kein Schlamm, sondern reiner Sand. Die Ablagerung des Schlammes im Ostorfer See und dessen Beschaffenheit ist somit nur durch die natürlichen Verhältnisse bedingt.

Vergleicht man ferner den Anteil des Schlammes an organischen Bestandteilen und Stickstoff an denjenigen Stellen des grossen Schweriner Sees, am Hintenhof und zwischen Schloss und Kalkwerder, wo Kanalwässer zugeleitet werden, mit dem Burgsee, so ergeben sich nur geringe Unterschiede. Da die Kanäle, welche in den Burgsee mündeten, seit dem Jahre 1893 abgeschnitten sind, so muss man dort die Bildung des Schlammes, der allerdings sehr reichlich ist, weil er niemals ausgebaggert wird, als einen natürlichen Vorgang bezeichnen. Wenn nun dieser Schlamm bezüglich seiner organischen Bestandteile und seines Stickstoffgehaltes einem solchen ähnlich ist, bei dessen Entstehung die ungelösten Stoffe vom Kanalwasser mitgewirkt haben, nämlich dem am Hintenhof, sowie dem zwischen Schloss und Kalkwerder, so spricht dieser Befund dafür, dass an diesen Stellen des grossen Schweriner Sees die selbstreinigende Tätigkeit des Wassers eine sehr kräftige ist.

Eine charakteristische Eigenschaft des aus dem Kanalwasser sich absetzenden Schlammes ist sein höherer Gehalt an Fettsäuren, 2,04 Neutralfett und freie Fettsäuren (vergl. Tabelle 10). Dieser stammt vorwiegend aus dem in der Küche entstehenden Abwasser und dem Verbrauch von Seife.

Das Fett kann auftreten als Neutralfett und freie oder gebundene Fettsäuren. Der getrocknete Schlamm wurde zuerst mit Äther ausgezogen zur Gewinnung des Neutralfettes und der freien Fettsäuren; dann wurde er mit Salzsäure behandelt, um die als Seifen gebundenen Fettsäuren frei zu machen und nach dem Trocknen abermals mit Äther ausgezogen.

Der Ätherauszug enthält nicht nur das Fett (im gewöhnlichen Sinne des Wortes), sondern noch andere Stoffe, wie Harze, Wachse, schwere Kohlenwasserstoffe und andere chemische Körper[1]). Dieser Umstand erklärt die Befunde an Seestellen, zu welchen kein städtisches Abwasser zugetreten sein kann, vollkommen, wenn man bedenkt, dass selbst der sandige Boden der Berliner Rieselfelder 0,060 % ätherlöslicher Bestandteile in sich birgt[2]). Zum Teil rührt das Fett auch von abgestorbenen Wassertieren und -Pflanzen her.

An den beiden Stellen des grossen Schweriner Sees, zu welchen Kanalwässer gelangen, hat eine Vermehrung der ätherlöslichen Stoffe nur am Hintenhof stattgefunden; zwischen Schloss und Kalkwerder war dies nicht der Fall. Die Zahlen des Fettgehaltes am Hintenhof 2,04 % Neutralfett und freie Fettsäuren, 1,86 Seifen,

---

[1]) Vergl. auch Schreiber, Über den Fettreichtum der Abwässer und das Verhalten des Fettes im Boden der Rieselfelder Berlins. Archiv für Hygiene Bd. 45, S. 299.

[2]) Schreiber a. a. O. S. 325.

erscheinen nicht hoch, wenn man sie mit ähnlichen Ergebnissen vergleicht. Schreiber[1]) hat den Fettgehalt der Rückstände aus den Absatzgruben der Berliner Rieselfelder bestimmt; dieses Material lässt sich mit dem aus dem Schweriner Kanalwasser sich absetzenden Seeschlamm vergleichen. Es ist aber dabei zu bedenken, dass das Berliner Kanalwasser ausser den Abwässern von Haushaltungen und Strassen auch die Fäkalien enthält. In den Fäkalien befinden sich aber Fett und andere ätherlösliche Körper, wie Cholestearin, Cholalsäure. Jedenfalls bildet aber der aus den Fäkalien stammende Ätherauszug den bei weitem geringeren Anteil an Menge und Gewicht des in solchem Schlamm befindlichen Fettes; die grössere und ausschlaggebende Menge stammt aus den Abwässern der Haushaltung, insbesondere der Küche. Unter Berücksichtigung dieses Sachverhaltes gibt ein Vergleich wenigstens Anhaltspunkte zu einer annähernden Schätzung. Es fand sich im Schlamm:

	% Neutralfett und freie Fettsäure	% Seifen
des grossen Schweriner Sees am Hintenhof	2,04	1,86
der Absatzgruben der Berliner Rieselfelder	8,541	4,359

Näher als die Annahme, dass das Schweriner Kanalwasser verhältnismässig so wenig Fett enthält, liegt der Gedanke, dass dieses im Schlamm durch Vorgänge der Selbstreinigung aufgezehrt wird. Die Bildung von löslichen Seifen spielt hierbei sicher nur eine unbedeutende Rolle, vielmehr werden durch den Kalk- und Magnesiumgehalt des Seewassers unlösliche Seifen entstehen. Zum überwiegenden Teil muss man die Zersetzung und das Verschwinden von Fett auf Bakterientätigkeit zurückführen. Rubner[2]) hat nachgewiesen, dass dieser Vorgang im Boden und in Flüssigkeiten bei Gegenwart von geeigneten Bakterien sehr kräftig verläuft. Lassa[3]) und Schreiber[4]) fanden, dass diese Eigenschaft dem Bacillus fluorescens liquefaciens, einer im Wasser ungemein häufig verbreiteten Art, in hohem Masse zukommt. In gleicher Weise wirken ohne Zweifel noch andere im Wasser vorkommende Mikroorganismen.

Für den hohen Gehalt des Schlammes im Burgsee an Seifen (3,60 %) konnte keine zuverlässige Erklärung gefunden werden. Möglicherweise ist der Seegrund torfhaltig; Rubner[5]) ermittelte in Torfboden 4,63 % ätherlösliche Substanz. Vielleicht ist auch dieser Befund auf den verminderten Sauerstoffgehalt des Burgseewassers (4,3 mg gegen 9,4 bis 9,9 mg im offenen Wasser des grossen Schweriner Sees) zurückzuführen, da bei der Zerstörung des Fettes durch Bakterien nach Schreiber[6]) der Sauerstoff erforderlich ist.

Schlussfolgerungen.

Nach den vorstehenden Ermittelungen und Erörterungen lassen sich die eingangs des Gutachtens aufgestellten Fragen folgendermassen beantworten:

---

[1]) A. a. O. S. 318.

[2]) Rubner, Über Spaltung und Zersetzung von Fetten und Fettsäuren im Boden und Nährflüssigkeiten. Archiv für Hygiene, Bd. 38, S. 90.

[3]) Lassa, Über die Spaltung des Butterfettes durch Mikroorganismen. Archiv für Hygiene, Bd. 41, S. 149.

[4]) Schreiber, Fettzersetzung durch Mikroorganismen. Archiv für Hygiene, Bd. 41, S. 338.

[5]) A. a. O. S. 69.

[6]) A. a. O. S. 346.

1. Die Einführung der städtischen Abwässer in den grossen Schweriner See bedingt zur Zeit keine Gefahren für den Gesundheitszustand der Anwohner und der Stadt. Etwaige Belästigungen werden durch Ausbaggern des Schlammes und Entfernung von schwimmenden Schlammfladen zu beheben sein. Da sich hygienische Nachteile seit Beginn der Einleitung des Kanalwassers, seit dem Jahre 1893, nicht gezeigt haben, so sind solche auch nicht zu erwarten, vorausgesetzt, dass Menge und Beschaffenheit der Abwässer sich gleich bleiben.

2. Bezüglich der Einführung der Abwässer seitens der Villenkolonie Ostorf, des Schlosses sowie des Marstalles, der Idiotenanstalt und der Irrenheilanstalt Sachsenberg in die um Schwerin liegenden kleineren Gewässer ist die Errichtung einer Kläranlage zur Reinigung der am Hintenhof abfliessenden städtischen Kanalwässer belanglos; denn die Verunreinigung des Wassers des grossen Schweriner Sees durch Abgänge aus dem Schloss und Marstall ist räumlich von der am Hintenhofe getrennt.

3. Die Einführung der ungeklärten Abwässer in die kleineren Gewässer in dem Masse und der Beschaffenheit wie es gegenwärtig geschieht, bringt für die Stadt keine gesundheitliche Gefahren.

Sammlung von Gutachten über Flussverunreinigung.

(Fortsetzung.)

XVI. Gutachten des Reichsgesundheitsrates über die Einleitung des Mainzer Kanalwassers einschliesslich der Fäkalien in den Rhein.

Mit einem Anhang (Einleitung von Abwässern in den Rhein und seine Nebenflüsse auf der Strecke vom Bodensee bis zur Nahemündung).

Berichterstatter: Geheimer Regierungsrat **Dr. Ohlmüller.**

(Hierzu Tafel VI u. VII.)

In der Sitzung des Reichsgesundheitsrates, Ausschusses für Beseitigung der Abfallstoffe, am 30. März 1903 wurde das über die oben bezeichnete Angelegenheit im Entwurf vorliegende Gutachten beraten.

An dieser Sitzung nahmen teil die Mitglieder des Reichsgesundheitsrates:

Dr. Rubner, Berlin, als Vorsitzender; Dr. Barnick, Frankfurt a. O.; Dr. von Buchka, Berlin; Bumm, Berlin; Dr. C. Fränkel, Halle a. S.; Dr. Gärtner, Jena; Dr. Hauser, Karlsruhe; Keller, Berlin; Dr. Orth, Berlin; Dr. Paul, Berlin; Dr. von Rembold, Stuttgart; Dr. Renk, Dresden und Dr. Schmidtmann, Berlin.

Ferner als Kommissare:

Dr. Drach, Karlsruhe; Dr. Ohlmüller, Berlin; Dr. Reincke, Hamburg und Vermehren, Hamburg.

Als Berichterstatter mit Stimmrecht wurde das Mitglied des Kaiserlichen Gesundheitsamtes, Geheimer Regierungsrat Dr. Ohlmüller, gewählt.

Das Gutachten wurde auf Grund der gefassten Beschlüsse abgegeben wie folgt:

Die Stadt Mainz leitet ihr Kanalwasser in den Rhein; die beiden Hauptsiele, in welchen sich die Kanäle der Alt- und Neustadt vereinigen, münden am Raimundi- und Rheintor. Zur Zeit nehmen die Kanäle die gesamten Haushaltungsabwässer, die Abwässer aus einigen Fabriken, Brauereien, aus dem Schlacht- und Viehhof, der Armeekonservenfabrik, ferner die Spülwässer von den Strassen und das Niederschlagswasser auf. Die Fäkalien werden durch Abfuhr beseitigt; es ist aber bekannt, dass ein nicht bestimmbarer Anteil derselben den Kanälen unberechtigter Weise übergeben wird, namentlich seitdem die Einführung von Wasserklosets in Verbindung mit Gruben gestattet worden ist. Eine Reinigung des Kanalwassers findet nur insofern statt, als Schlammkästen, wie dies bei regelrechter Kanalisation allenthalben geschieht, die gröbsten Sinkstoffe abfangen.

Nunmehr wird beabsichtigt, die Abfuhr aufzugeben und die Fäkalien nach allgemeiner Einführung von Wasserklosets dem Kanalnetz zuzuführen. Die Leistungsfähigkeit der zentralen Wasserversorgung wird als ausreichend bezeichnet, um der hieraus entstehenden stärkeren Beanspruchung gerecht zu werden. Das gesamte Kanalwasser soll nach Vereinigung der beiden Hauptsiele einer zentralen Reinigungsanlage zugeführt und in gereinigtem Zustande dem Rhein übergeben werden. Die Ausarbeitung eines bestimmten Projekts liegt noch nicht vor.

Vor Aufstellung des Planes der Einleitung des Kanalwassers in den Rhein war die Einrichtung des Rieselverfahrens erwogen worden. Jedoch erschien dieses mangels eines geeigneten Geländes nicht ausführbar. Es war daran gedacht worden, das Kanalwasser durch die Mombacher Gegend in die Nähe von Gonsenheim zu führen, davon an den dort stark entwickelten Garten- und Ackerbau abzugeben und den Rest zu verrieseln. Der Berichterstatter besichtigte in Begleitung des Kreisarztes Medizinalrat Dr. Balser und des Vorstehers des chemischen Untersuchungsamtes Professor Dr. Mayrhofer das fragliche Gelände. In der Mombacher Gegend würde das Kanalwasser ohne Zweifel Abnehmer finden; die Anlage von Rieselfeldern ist jedoch nicht möglich. Es ist zwar dort Sandboden vorhanden, der sich aber wegen des hohen Grundwasserstandes des tieferen, näher dem Rhein gelegenen Geländes nicht eignet. Zudem würde die Erwerbung der ausschliesslich in Privatbesitz befindlichen Grundstücke, auf welchen Garten- und Ackerbau zu hoher Blüte entwickelt ist, unverhältnismässig grosse Kosten erfordern; das gleiche gilt, wenn auch nicht in diesem Masse, für die Gonsenheimer Gegend. Daselbst würde eine Aptierung wegen der welligen Oberflächengestaltung teuer zu stehen kommen; auch erscheint die Grösse des Geländes nicht ausreichend. Es käme ferner noch der oberhalb und südlich von Mombach gelegene „Grosse Sand" in Frage. Dieses Gelände ist im Besitz des Militärfiskus und kann nicht abgegeben werden. Es muss auch Bedenken erregen, daselbst die doch nicht unbeträchtlichen Mengen des Mainzer Abwassers zu verrieseln, da am Hange des Plateaus der Ort Mombach das Grundwasser zur Versorgung entnimmt. — Als Rieselland wurde weiterhin die Gegend zwischen Budenheim und Heidesheim bezeichnet; diese wurde ebenfalls von dem Berichterstatter, dem Medizinalrat Dr. Balser und dem Geheimen Oberbergrat Professor Dr. Lepsius aus Darmstadt begangen. Der letztgenannte Sachverständige äusserte sich in einem Gutachten, dass die kleinwellige Oberfläche des dortigen Waldgebiets durch dünenartig aufgewehten Flugsand bedingt ist. Unter dem Flugsande liegen gelbe Sande und Kiese, welche in einer Kiesgrube an einem Bahnwärterhaus zu Tage treten. Die Mächtigkeit der Sande müsste durch Bohrungen festgestellt werden; jedenfalls sei sie aber für den Zweck einer Berieselung zureichend. Die Spargelbeete und Weinberge bei Heidesheim könnten nicht in Betracht kommen; vielmehr würde es sich nur um die Waldgebiete zu beiden Seiten der Eisenbahn zwischen Budenheim und Heidesheim, welche durchgängig mit Kiefern bestanden sind, handeln. Diese Waldflächen würden aber als Rieselfeld für Mainz zu klein sein. Das tiefer gelegene Rheintal — beispielsweise die grossen Flächen zwischen Heidesheim und Heidenfahrt (Nonnenau) — sei für die Berieselung nicht zu gebrauchen wegen des schweren Schlickbodens und des zu teuren

Geländeerwerbs, sowie wegen der Hochwasser des Rheins. Lepsius machte den Vorschlag, die Mainzer Abwässer auf dem Gebiete zwischen Budenheim und Heidesheim durch Bodenfiltration nach einem von Dünkelberg[1]) angegebenen Verfahren zu reinigen. Nach Versuchen in Essen empfiehlt Dünkelberg bei einer Dränage von 1,10 m Tiefe und 4 m Abstand auf 1 ha 10000 cbm Abwasser (= auf 1 qm 1 cbm) zu filtrieren. Wohl wäre für ein solches Verfahren in dem erwähnten Waldgebiet eine genügende Bodenfläche zu finden und zu erwerben; jedoch ist das Verfahren noch nicht so ausgeprobt, dass es für Mainz zur Anwendung empfohlen werden kann.

Da nun die Mainzer Kanalwässer nicht verrieselt werden können, wenigstens nicht die ganze Menge derselben, so war zu erwägen, ob es etwa zulässig sei, dieselben nach voraufgegangener, anderweitiger Reinigung dem Rheinstrom zu übergeben. Die Verdünnung, welche die grosse Wassermasse des Rheins bewirken kann, ist allerdings beträchtlich, jedoch bedarf diese Frage einer sorgfältigen Prüfung. Denn bei der dichten Bevölkerung der Rheingegend und der dort hoch entwickelten Industrie gelangt schon eine namhafte Menge von Abwässern zu dem Strom; grössere Gemeinwesen leiten bereits ihr Kanalwasser nach dem Rhein ab, ausser Mainz gehen noch andere mit dem Plan um, dies früher oder später ebenfalls zu tun. Es ist deshalb jetzt schon Fürsorge zu treffen, dass eine Verschmutzung des Rheinstroms nicht eintritt. Auf Veranlassung des Kaiserlichen Gesundheitsamtes wurden auf amtlichem Wege Erkundigungen eingezogen, welche Verunreinigungen der Rhein oberhalb Mainz bis zur Nahe-Mündung direkt oder durch seine Zuflüsse bereits aufnimmt. Die eingegangenen Auskünfte sind am Schlusse des Gutachtens als Anhang in einer Zusammenstellung und kartographischen Wiedergabe des näheren angeführt. Schon auf schweizerischem Gebiete wird der Rhein durch Abwässer aus Gemeinden, Schlachthöfen und Fabriken verunreinigt. Aus den anliegenden Stadtteilen von Schaffhausen fliessen häusliche und gewerbliche Brauchwässer nebst dem Abwasser vom Schlachthof zu. Die Heil- und Pflegeanstalt Rheinau im Kanton Zürich mit 830 Insassen entsendet ihr Abwasser ausschliesslich der Fäkalien in den Rhein. Die Stadt Basel führt sämtliche städtischen und Schlachthof-Abwässer einschliesslich der Fäkalien ab, dazu kommen noch diejenigen der dortigen Industrie, nämlich aus einer Anilinfabrik, einer Gasfabrik, drei chemischen Fabriken, aus Gerbereien und Färbereien und aus der Saline Schweizerhall unterhalb Basel. Auf deutschem Gebiet gehen bis zur Nahemündung mancherlei Abwässer zum Rhein. Die angestellten Ermittelungen haben ergeben:

a) Ganz kanalisierte Städte.

13 Städte und eine Landgemeinde mit zusammen 814672 Einwohnern, von denen etwa 803700 die Kanalnetze benutzen, leiten ihr Abwasser nach dem Rhein ab. Durch die Kanäle werden abgeführt die

Niederschlagswässer in 14 Orten,
Haushaltungswässer „ 14 „ ,

---

[1]) Dünkelberg, Die Technik der Reinigung städtischer Abwässer durch Berieselung und Filtration. Braunschweig 1900.

Abwässer aus Schlachtstätten in 14 Orten,

Abwässer aus Viehställen in 4 Orten (Wiesbaden, Landau, Frankfurt a. M., Karlsruhe[1]),

Fäkalien in 2 Orten (Wiesbaden und Frankfurt a. M.).

Die Kanalwässer erfahren eine Reinigung auf mechanischem und chemischem Wege in zwei Orten (Wiesbaden und Frankfurt a. M.), in drei Orten sind in den Kanälen Schlammfänge eingebaut, in den übrigen Orten ergiessen sich die Abwässer ungereinigt in die betreffenden Wasserläufe.

b) Teilweise kanalisierte Städte.

In 19 solchen Orten mit zusammen 581 244 Einwohnern benutzten 324 500 Personen die Kanäle. Aus den kanalisierten Teilen dieser Orte fliessen nach dem Rheinstromgebiet ab die Niederschlagswässer sämtlich, die Haushaltungswässer mit Ausnahme einer Stadt (Breisach), die Abwässer aus Viehställen in vier Orten (Kirchheimbolanden, Mannheim[2]), Strassburg, Mülhausen), die Fäkalien in drei Orten (Kirchheimbolanden, Strassburg, Mülhausen), und die Abwässer aus Schlachtstätten in zwölf Orten. Die durch die Kanalisation abgeführten Abwässer werden in drei Städten (Kaiserslautern, Frankenthal, Lörrach) durch Klärbassins und Sandfiltration gereinigt, in den übrigen Orten fliessen sie ungereinigt oder nur durch die üblichen Schlammfänge in den Kanälen von den gröbsten Schmutzstoffen befreit in die Gewässer ab.

c) Nicht kanalisierte Städte.

Aus 11 nicht kanalisierten Städten fliessen die Niederschlagswässer sämtlich, die Haushaltungsabwässer etwa zur Hälfte, die Schlachthofabwässer von 2 Städten dem Rhein oder dessen Nebenflüssen zu. Aus diesen Orten gelangen ferner in die Wasserläufe die Abwässer aus 3 Brauereien, 1 Wäscherei, 8 Tuchfabriken, 2 Färbereien, 4 Gerbereien, 1 Kammgarnspinnerei, 1 Strickgarnfabrik, 1 Teigwarenfabrik, 1 Zellulosefabrik, 1 chemischen Fabrik, 1 Wollstofffabrik und 1 Glasfabrik. Eine Reinigung der Fabrikabwässer findet nur in der Kammgarnspinnerei und einer Färberei statt.

d) Fabriken.

Unter den ausserhalb der Städte gelegenen 145 Fabriken und sonstigen Gewerbebetrieben, welche ihre Abwässer direkt oder indirekt zum Rhein gelangen lassen, befinden sich 31 chemische Fabriken verschiedener Art, 20 Gerbereien und Lederfabriken, 16 Brauereien und Mälzereien, 16 Wäschereien, 14 Webereien, Spinnereien, Färbereien, Druckereien und Bleichereien, 12 Papierfabriken, 6 Zuckerfabriken, 6 Zellulosefabriken, 3 Stärkefabriken, 3 Konservenfabriken, 1 Schaumweinkellerei.

Diese Zusammenstellung gibt im allgemeinen ein Bild über die Grösse der Verunreinigung des Rheins; sie ist aber keineswegs geeignet, daraus Schlüsse zu ziehen,

[1]) Karlsruhe geht mit dem Plan um, Schwemmkanalisation einzurichten und direkt nach dem Rhein abzuleiten.

[2]) In Mannheim ist die vollständige Kanalisation und Ableitung nach dem Rhein in Angriff genommen.

ob und in welchem Masse dem Strom noch weitere Abwässer zugeführt werden dürfen. Die Verschiedenheit der Abwässer, die Strömungsgeschwindigkeit und Wassermenge des Flusses in der jeweiligen Gegend, die Häufung der Einlassstellen von Unratstoffen, die Benutzung des Flusswassers durch Unterlieger — kurz alle einschlägigen örtlichen Verhältnisse bedingen, dass nur von Fall zu Fall und auf Grund sorgfältiger Untersuchungen der Wasserführung, der Beschaffenheit des Wassers und der Einwirkung bereits bestehender Verunreinigungsquellen entschieden werden kann.

Von diesen Gesichtspunkten aus hat der Berichterstatter im Benehmen mit dem Geheimen Medizinalrat Professor Dr. Gaffky zu Giessen, dem Medizinalrat Dr. Balser und dem Professor Dr. Mayrhofer einen Untersuchungsplan aufgestellt, nach welchem der Rhein zwischen Weisenau (oberhalb Mainz) und Budenheim (vgl. Tafel VI) untersucht wurde. Die Untersuchungen sollten Aufschluss geben über die Beschaffenheit des Rheinwassers der dortigen Gegend im allgemeinen und über etwaige Veränderungen desselben durch den Anteil des Mainzer Abwassers, welches jetzt schon zufliesst. An die gewonnenen Ergebnisse konnten Erwägungen geknüpft werden, wie sich die Verunreinigung des Rheins gestalten würde, wenn Mainz ausser dem gegenwärtigen Kanalwasser noch die Fäkalien ableitet. In dieser Beziehung bot zutreffende Anhaltspunkte zu einem Vergleich die Beschaffenheit des Rheinwassers, nachdem es die Abwässer der Stadt Wiesbaden aufgenommen hat.

Die sämtlichen chemischen und bakteriologischen Untersuchungen sind in dem der Leitung des Professors Dr. Mayrhofer unterstellten chemischen Untersuchungsamte für die Provinz Rheinhessen zu Mainz ausgeführt; bei den bakteriologischen Prüfungen haben der Kreisassistenzarzt Dr. Drescher und der praktische Arzt Dr. Bach aus Mainz mitgewirkt. Die Durchführung des Untersuchungsplans war dem Berichterstatter übertragen; derselbe hatte hierbei Gelegenheit, sich über die einschlägigen, örtlichen Verhältnisse zu unterrichten und die Entnahme der Proben bei den grösseren Untersuchungsreihen zu leiten.

Zur Charakteristik des Rheins bei Mainz.

1. Die Wasserführung.

Der Rhein ist durch die Lage seines Ursprunggebiets in seiner Wasserführung eigenartig beeinflusst; die Region des ewigen Schnees im Hochgebirge stellt gewissermassen einen Regulator für die Abflussmenge der Niederschläge dar. Während der Schnee im Mittelgebirge nur bestehen bleibt, so lange die Lufttemperatur sich um Null und wenige Grade darüber bewegt, bedürfen die gewaltigen Eismassen der Gletscher bedeutend grössere Wärmemengen, bis der überlagernde Firnschnee und sie selbst zum Teil schmelzen. Dadurch findet eine zeitliche Verschiebung der Abflussmengen des Wassers statt. Die Wasserführung des Rheins gegenüber seinen beiden, hauptsächlich in Frage kommenden Nebenflüssen, dem Main und Neckar, kommt in einer graphischen Darstellung der gemittelten Monatswasserstände nach 36 jährigem (1851—1886) Durchschnitt übersichtlich zum Ausdruck[1]).

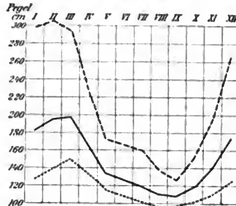
[1]) Vergl. „Der Rheinstrom und seine wichtigsten Nebenflüsse von den Quellen bis zum Austritt des Stromes aus dem Deutschen Reiche. Herausgegeben von dem Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie im Grossherzogtum Baden, S. 168—170“.

Bei dem Main und dem Neckar tritt der höchste Wasserstand im Januar oder Februar ein, sinkt dann gleichmässig bis auf ein Minimum im September und steigt gegen Ende des Jahres allmählich wieder an. Bei dem Rhein ist ebenfalls ein Absinken des Hochwasserstandes zu Anfang des Jahres zu beobachten, dies dauert jedoch nur bis zum April; dagegen wird mit dem Eintritt der wärmeren Jahreszeit der Rhein durch die Gletscherschmelze so reichlich mit Wasser versorgt, dass im Juni ein zweites Maximum zustande kommt, welches bis zum Oktober auf den tiefsten Punkt herabsinkt; gegen Ende des Jahres steigt die Kurve der Pegelstände, ebenso wie bei dem Main und Neckar, allmählich wieder an.

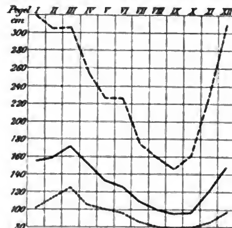
Im allgemeinen ebenso wie die höchsten Wasserstände verhalten sich die gemittelten bei den drei Flüssen; die niedrigsten dagegen steigen bei dem Main und Neckar nur bis zum März, bei dem Rhein aber bis zum Juni und Juli an und fallen dann wieder ab.

Zur Beurteilung der Frage, inwieweit es zulässig ist, dem Rheinstrom Verunreinigungen zuzuführen, ist die Erkenntnis der Art seiner Wasserführung nach monatlichen Mittelzahlen wertvoll; sie gewährt den allgemeinen Einblick, dass bei dem Rhein durch die Hochwasserperiode im Sommer andere Gesichtspunkte sich ergeben als bei den Flüssen aus dem Mittelgebirge, wo der geringere Wasserreichtum mit der wärmeren Jahreszeit sich deckt. Jedoch wird man sich mit dieser Erfahrung nicht begnügen dürfen; es ist wichtiger, den Wechsel der Wasserführung des Rheins innerhalb kleinerer Zeitgrenzen kennen zu lernen. Das Grossherzogliche Wasserbauamt zu Mainz bezeichnet für diesen Ort die Pegelstände bis + 0,70 m als gemittelten Niedrigwasserstand, die darüber liegenden bis + 1,50 m als Mittelwasserstand. Unter Innehaltung dieser Grenzen sind aus den amtlichen Aufzeichnungen[1]) der Wasserstandsbewegungen in den Jahren 1851

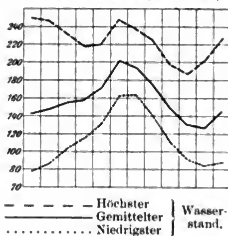
Gemittelte Monats-Wasserstände des Mains bei Miltenberg (1851—1886)



Gemittelte Monats-Wasserstände des Neckars bei Diedesheim (1851-1886)



Gemittelte Monats-Wasserstände des Rheins bei Mains (1851—1886)



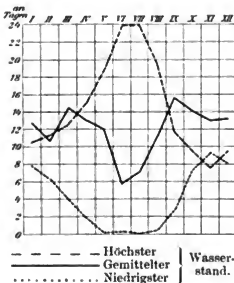
– – – – – Höchster } Wasserstand.
———— Gemittelter
. . . . Niedrigster

[1]) Die Wasserstandsbewegungen des Rheins und seiner grösseren Nebenflüsse im Grossherzogtum Hessen. Nach amtlichen Aufzeichnungen zusammengestellt im Grossherzoglichen Ministerium der Finanzen, Abteilung für Bauwesen.

bis 1900 die Anzahl von Tagen herausgezogen, an welchen Hoch-, Mittel- und Niedrigwasser floss und hiervon das fünfzigjährige Mittel genommen. Dabei ergaben sich für die einzelnen Monate des Jahres die folgenden Summen von Tagen, welche zur besseren Übersicht auch in Kurven dargestellt sind. Es besteht durchschnittlich:

An x Tagen des	Hoch-wasser m	Mittel-wasser m	Niedrig-wasser m
Januar	10,5	12,7	7,8
Februar	11,3	10,7	6,3
März	12,5	14,5	4,0
April	15,0	13,1	1,9
Mai	18,7	12,0	0,2
Juni	23,9	5,8	0.3
Juli	23,9	7,1	0,0
August	19,4	11,2	0.4
September	11,7	15,6	2,7
Oktober	9,6	14,1	7,3
November	7,6	13,1	9,3
Dezember	9,5	13,3	8,2

Auch in dieser Darstellung kommt zum Ausdruck, dass die Hochwasserperiode zur wärmeren Jahreszeit eintritt; über die Hälfte der Monatstage fliesst Hochwasser im Mai, Juni, Juli und August, dementsprechend ist zu dieser Zeit das Niederwasser selten. Die niederen Pegelstände sind mit der Ausnahme im November überhaupt weniger häufig als die mittleren und hohen; sie treten im Januar an etwa 8 Tagen auf, werden in den folgenden Monaten immer seltener, verschwinden in den Sommermonaten fast ganz, gegen Ende des Jahres steigt ihre grösste Häufigkeit im November bis auf etwa 9 Tage. Dagegen steigt die Anzahl der Hochwassertage von Januar mit 10 Tagen gleichmässig bis zum Juni und Juli bis zu fast 24 Tagen an und nimmt ebenso bis zur geringsten Häufigkeit mit 7 Tagen im November ab.



Eine solche Art der Wasserführung eines Flusses bietet ja im allgemeinen günstige Aussichten für die Zulässigkeit der Zufuhr organischer Verunreinigungsstoffe, indem zu den wärmeren Zeiten, wo die Fäulnis- und Zersetzungsvorgänge am stärksten sich abspielen, immer am häufigsten Hochwasser zu erwarten ist, welches verdünnend wirkt. Immerhin wäre es gewagt, hieraus schon den Schluss zu ziehen, dass ein solcher Fluss sich eignet für den gedachten Zweck. Abgesehen von anderen einschlägigen Umständen erübrigen noch Ermittelungen darüber, wie gross die Reihen aufeinanderfolgender Tage von Niederwasser sind, wie oft und zu welchen Jahres-

zeiten diese auftreten. Hierüber können die Beobachtungen in einem Zeitraum von fünfzig Jahren genügend zuverlässigen Aufschluss geben. Bei Mainz führte der Rhein in den Jahren 1851—1900 Niederwasser bis zum Pegelstand von + 0,69 m.

	Dies ereignete sich in den 50 Monaten an:					
	3 bis 5 Tagen	6 bis 10 Tagen	11 bis 15 Tagen	16 bis 20 Tagen	21 bis 25 Tagen	26 bis 31 Tagen
Januar	4 mal	2 mal	6 mal	3 mal	1 mal	6 mal
Februar	7 „	4 „	1 „	1 „	1 „	5 „
März	7 „	6 „	1 „	2 „	1 „	1 „
April	3 „	1 „	2 „	1 „	1 „	—
Mai	—	—	1 „	—	—	—
Juni	1 „	1 „	—	—	—	—
Juli	—	—	—	—	—	—
August	—	1 „	1 „	—	—	—
September	2 „	2 „	2 „	1 „	1 „	1 „
Oktober	2 „	3 „	—	3 „	3 „	6 „
November	2 „	2 „	5 „	4 „	4 „	6 „
Dezember	3 „	4 „	5 „	2 „	2 „	6 „
In den 50 Jahren	31 mal	26 mal	24 mal	16 mal	14 mal	31 mal

Es kommen sonach Niederwasser vor, welche mehrere Tage bis zu einem Monat ununterbrochen anhalten. Diese Ereignisse sind aber in der wärmeren Jahreszeit vom Mai bis August ganz vereinzelt und von kurzer Dauer; sie treten auch noch im April und September seltener auf als in den übrigen kalten Monaten. Überhaupt sind die Niederwasserperioden bis zu einmonatiger Dauer im Verhältnis zu dem grossen Zeitraum recht selten; nichts destoweniger muss betont werden, dass der Rhein wiederholt länger als einen Monat, ja einmal sogar bis zu sechs Monaten wasserarm war. Es waren Perioden von Niederwasser während

35	Tagen	vom	3.	März	1899	bis	6.	April	1899,
36	„	„	30.	Dezember	1888	„	3.	Februar	1889,
36	„	„	25.	August	1893	„	29.	September	1893,
36	„	„	6.	November	1897	„	11.	Dezember	1897,
36	„	„	14.	September	1898	„	19.	Oktober	1898,
37	„	„	26.	„	1865	„	1.	November	1865,
37	„	„	3.	Dezember	1893	„	8.	Januar	1894,
39	„	„	31.	Januar	1857	„	10.	März	1857,
40	„	„	7.	Dezember	1865	„	15.	Januar	1866,
41	„	„	12.	Oktober	1874	„	21.	November	1874,
44	„	„	24.	Dezember	1897	„	5.	Februar	1898,
48	„	„	14.	November	1853	„	31.	Dezember	1853,
49	„	„	1.	Februar	1874	„	21.	März	1874,
49	„	„	8.	Oktober	1877	„	25.	November	1877,
51	„	„	10.	„	1864	„	29.	„	1864,
57	„	„	1.	Dezember	1864	„	26.	Januar	1865,
62	„	„	20.	September	1900	„	20.	November	1900,

65 Tagen	vom	2.	Oktober	1884	bis	5.	Dezember	1884,
66 „	„	9.	September	1895	„	13.	November	1895,
71 „	„	24.	Oktober	1899	„	2.	Januar	1900,
84 „	„	4.	November	1871	„	26.	„	1872,
180 „	„	23.	September	1857	„	19.	März	1858.

Mit der einzigen Ausnahme vom 25. August bis 29. September 1893 fallen diese längeren Perioden von Niederwasser in die kälteren Monate. Die abnorme Wasserarmut des Rheins vom 23. September 1857 bis 19. März 1858, während 180 Tagen, ist ein so seltenes Ereignis, dass man damit nicht zu rechnen braucht. Dagegen sei betont, dass in dem erwähnten Zeitraum in 11 Jahren, nämlich 1860, 1863, 1867, 1868, 1869, 1873, 1878, 1879, 1880, 1881 und 1883 keine drei aufeinanderfolgenden Tage mit Niederwasser beobachtet wurden; hier ist sogar zweimal ein Triennium, 1867 bis 1869 und 1879 bis 1881, zu verzeichnen.

Die niedrigsten Jahreswasserstände, welche bei Mainz überhaupt auftreten, waren:

— 0,18 m 1858 am 31. Januar, 1. Februar, 3. und 4. März,
+ 0,08 „ 1864 „ 29. und 30. Dezember,
+ 0,15 „ 1871 „ 13. Dezember,
+ 0,15 „ 1872 „ 4. Januar,
+ 0,09 „ 1884 „ 27. November und
— 0,11 „ 1899 „ 16. Dezember.

2. Das Gefälle und die Strömungsgeschwindigkeit.

Das Gefälle des Rheins ist auf der Flussstrecke zwischen Mainz und Bingen gering; es beträgt zwischen:

Mainz und Biebrich, bei der Stromlänge von 4,49 km 0,59 m = einem durchschnittlichen Gefälle von 0,13 m für 1 km;

Biebrich und Freiweinheim bei der Stromlänge von 16,54 km 2,05 m = einem durchschnittlichen Gefälle von 0,12 m für 1 km;

Freiweinheim und Bingen, bei der Stromlänge von 9,04 km 1,20 m = einem durchschnittlichen Gefälle von 0,13 m für 1 km.

Auf der ganzen Stromlänge zwischen den Mainzer und Bingener Pegeln von 30,07 km beträgt das Gefälle nur 3,84 m. Daraus erklärt sich die Neigung zu Inselbildungen in diesem Stromgebiete und die grosse Breite des Flusses, welche bisweilen 1000 m übersteigt.

Entsprechend dem Gefälle ist die Strömungsgeschwindigkeit; sie wurde von dem Grossherzoglichen Wasserbauamt bestimmt im Mittel zu

1,06 m in der Sekunde bei einem Mainzer Pegelstand von 1,66 m im Profil 88[1]),
1,05 „ „ „ „ „ „ „ „ „ 1,83 „ „ „ 93,
1,08 „ „ „ „ „ „ „ „ „ 2,06 „ „ „ 101 (linker Arm),
[0,75 „ „ „ „ „ „ „ „ „ 2,06 m im Profil 101 (rechter Arm)]
0,92 „ „ „ „ „ „ „ „ „ 1,87 m im Profil 110,
0,86 „ „ „ „ „ „ „ „ „ 0,50 „ „ „ 100 (linker Arm).

[1]) Vergl. Tafel VI.

Für den niedrigsten bisher beobachteten Wasserstand von — 0,18 m wurde sie schätzungsweise zu 0,55 m in der Sekunde im linken Flussarm bei Profil 100 berechnet.

Die Wegstrecke zwischen Mainz und Bingen legt das Wasser sonach zurück:

bei geringem[1]) Hochwasser . .	(+ 1,87 m Pegelstand)	in	9 Stunden	5 Minuten
bei Niederwasser	(+ 0,50 „ „)	„	9 „	45 „
bei dem kleinsten bisher beobachteten Niederwasser .	(— 0,18 „ „)	„	16 „	40 „

3. Die Wassermenge.

Nach Messungen des Wasserbauamts zu Mainz im Jahre 1901 betrug die sekundlich abfliessende Wassermenge oberhalb der Einmündung des Mains im Profil 88 bei dem Pegelstande von + 1,66 m 1965 cbm; nach dem Zufluss des Mains

bei dem Pegelstand von	+ 1,83 m in Profil	93	2240 cbm
„ „ „ „	+ 1,87 „ „ „	110	2260 „
„ „ „ „	+ 2,06 „ „ „	101	2290 „

Für die vorliegende Frage interessieren wesentlich die Wassermengen, welche sich in dem linken Rheinarm zwischen Mainz und der Petersaue bewegen; diese wurden bei dem Pegelstand von + 2,06 m zu 1645 cbm und dem von + 0,50 m zu 854 cbm bestimmt; für den kleinsten, innerhalb fünfzig Jahren beobachteten Wasserstand von — 0,18 wurden sie schätzungsweise zu 440 Sek.-cbm berechnet.

4. Die Beschaffenheit des Flussbettes.

Hinsichtlich der beabsichtigten Einleitung der Mainzer Kanalwässer kommt die Form des Flussbettes in Betracht, und zwar bei und in nächster Nähe unterhalb der Zuflussstelle der Effluvien. Der Vollständigkeit halber sind sämtliche aufgenommenen Profile weiter unten bildlich wiedergegeben.

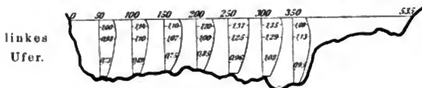
Profil I und II würden, weil oberhalb der Stadt Mainz gelegen, nicht in Frage kommen, bei Profil III nur der linke Arm. Die sämtlichen Profile lassen erkennen, dass die Ufer steil zur Sohle des Flussbettes abfallen; seichte Ränder des Flusses, an welchen Ablagerungen zu befürchten wären, kommen nicht vor. Bei jedem Fluss ist die Strömungsgeschwindigkeit an den Ufern gegenüber der Mitte, sowie am Grunde gegenüber der Oberfläche durch die Reibung des Wassers am Boden vermindert. Bei diesen Profilen ist die Abnahme der Strömungsgeschwindigkeit eine ganz gleichmässige, grössere Unterschiede kommen nicht vor. Es ist dies so zu deuten, dass bei dieser Form der Sohle des Bettes der Stromstrich die ganze Breite des Stromes einnimmt. Dies trifft für den freien Lauf des Flusses zu, wenn sich ihm aber Hindernisse entgegenstellen, wie Inseln (Auen), so lagert sich oberhalb dieser Sand ab, wie die Ausbaggerungen beweisen, welche zur Freihaltung der Fahrrinne für die Schiffahrt nötig sind. So ist bekannt, dass der Main grosse Sandmengen mitbringt, welche sich oberhalb der Petersaue zu einer Bank anlagern und den rechten Rheinarm dort anfüllen, so dass dieser weniger tief ist. Die Sandbank wird, je nachdem der Main oder der

[1]) Der mittlere Wasserstand reicht bis + 1,50 m.

Peilung und Geschwindigkeitsmessung im Rhein.

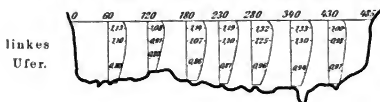
Profil I.

Flächeninhalt 1 852 qm, mittlere Geschwindigkeit 1,06 m/sec., sek. Wassermenge 1 965 cbm, Wasserstand M. P. 1,66 m.



Profil II.

Flächeninhalt 2 130 qm, mittlere Geschwindigkeit 1,05 m/sec., sek. Wassermenge 2 240 cbm, Wasserstand M. P. 1,83 m.

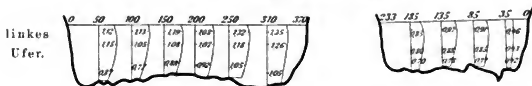


Profil III.

linker Arm.
Flächeninh. 1 525 qm, mittl. Geschwindigk. 1,08 m/sec., sek. Wassermenge 1 645 cbm, Wasserstand M. P. + 2,06 m.

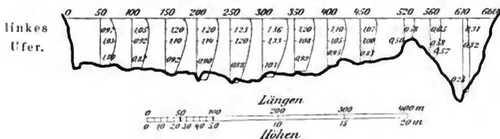
rechter Arm.
Flächeninh. 856 qm, mittl. Geschwindigk. 0,75 m/sec., sek. Wassermenge 645 cbm, Wasserstand M. P. + 2,06 m.

Zus. 2 290 cbm. Petersau.



Profil IV.

Flächeninhalt 2 456 qm, mittlere Geschwindigkeit 0,92 m/sec., sek. Wassermenge 2 260 cbm, Wasserstand M. P. + 1,87 m.



Rhein Hochwasser führen, nach links oder rechts verschoben. Ist die Triebkraft des Maines längere Zeit überwiegend, so kann es auch zu einer Versandung des linken Rheinarmes kommen; jedoch sind hier Ausbaggerungen seltener nötig als im rechten. Für die Möglichkeit der Einleitung der Mainzer Kanalwässer sind diese zeitweisen Änderungen des Profils ohne Bedeutung. — Der ausgebaggerte Sand war allenthalben rein und von mittlerer bis feiner Korngrösse.

Auf die Regulierung des Rheinstromes ist eine besondere Sorgfalt verwendet; die hier angrenzenden Bundesstaaten Hessen und Preussen haben unter dem 30. Januar 1884 zu diesem Zweck einen gegenseitigen Vertrag abgeschlossen. Dank der lebhaften Strombautätigkeit sind die Ufer allenthalben befestigt und Buhnen grenzen Untiefen von der Fahrrinne ab. Ablagerungen von Schwimmstoffen der Kanalwässer sind vor den Buhnen wohl möglich, indes ist bei jeder Einleitung solcher Effluvien in einen Fluss zu verlangen, dass diese vorher beseitigt werden.

5. Die Beschaffenheit des Rhein- und Main-Wassers.

Neben den vorher besprochenen Punkten ist für die Lösung der Frage, ob einem Flusse eine bestimmte Verunreinigung zugemutet werden darf, wichtig, die Beschaffenheit seines Wassers zu kennen. Solche Untersuchungen wurden an dem Rheinstrom bei Mainz ausgeführt und es schien angezeigt, diese auch auf den Main und stromabwärts bis nach Budenheim auszudehnen, um einen Einblick zu gewinnen, wie das Wasser des Rheins durch den Zufluss des Mains verändert wird.

Die Stellen, an welchen Proben geschöpft wurden, sind in die Karte (Tafel VI) eingezeichnet. Diese waren

im Main am Pegel bei Kostheim,
„ Rhein bei Station 88 . . Profil I,
„ „ 94 . . „ II,
„ „ 100 . . „ III,
„ „ 110 . . „ IV.

Die Profile III a und IV a, ebenso eine Entnahme aus dem Salzbach wurden aus anderen Gründen noch eingeschoben; hierauf wird später besonders eingegangen werden.

Wie durch die Bezeichnung „Profil“ schon angedeutet ist, wurde der Fluss an diesen Stellen an mehreren Punkten im Querschnitt seines Bettes untersucht. Die Wahl dieser Profile ist so getroffen, dass die Untersuchungen am Mainprofil bei Kostheim Aufschluss über die Beschaffenheit dieses Flusswassers vor seinem Zutritt zum Rhein gaben, anderseits lieferte das Profil I Rheinwasser vor der Mündung des Mains. Das Profil II liegt dicht unter der Mündung des Mains und oberhalb der Stadt Mainz, das Profil III dagegen unterhalb der Stadt, wo der Rhein durch die Petersaue in zwei Teile geteilt wird. Die Untersuchungen an diesen beiden Profilen liessen Aufschlüsse über die Art der Vermischung des Main- und Rheinwassers erwarten; von Interesse musste sein, in welcher Weise die Stromteilung durch die Petersaue etwa wirkt. An der linken Rheinseite konnte sich auch der Zufluss der Mainzer Kanalwässer, welche zur Zeit aus dem Haushaltungs- und Strassenabwasser

bestehen und am Raimundi- und Rheintor einmünden, bemerklich machen. Die Entnahmen am Profil IV verfolgten die gleichen Zwecke, nämlich ob und in wie weit ein Ausgleich auf der grösseren Wegstrecke stattgefunden hat.

Wollte man die Schwankungen der Bestandteile des Rheinwassers im Verlaufe eines Jahres durch diesen Untersuchungsplan ermitteln, so wären öfters zu wiederholende und länger fortzusetzende Untersuchungen nötig gewesen, deren Zeit- und Kostenaufwand nicht im Verhältnis stünde zu dem Wert der Ergebnisse. Geringe Unterschiede in der Zusammensetzung des Flusswassers sind für die vorliegende Frage belanglos. Man beschränkte sich daher auf vereinzelte Untersuchungen, die zeitlich so gelegt wurden, dass bemerkenswerte Unterschiede zu erwarten waren. Wie sich beim Abschluss der Analysen herausstellte, war diese Auffassung berechtigt. Bei der Wahl des Zeitpunktes für die Ausführung der Untersuchungsreihen wurde zunächst der Pegelstand berücksichtigt, dann aber auch im Hinblick auf die eigenartige Wasserversorgung des Rheins die Jahreszeit. Die Untersuchungstage fielen auf den

3. November 1900 bei einem Pegelstand des Rheins[1]) von 0,54 m, des Mains[2]) von 0,22 m,
5. März 1901 „ „ „ „ „ „ 2,61 „ „ „ „ 2,89 „
2. September 1901 „ „ „ „ „ „ 1,46 „ „ „ „ 1,12 „

Bei der ersten Untersuchung bestand sonach Niedrig-, bei der zweiten Hoch- und bei der dritten Mittelwasser. Für die Wahl der Jahreszeiten war die oben (S. 263) gegebene graphische Darstellung der gemittelten Monatswasserstände des Rheins leitend. Die Untersuchung am 3. November fällt in die Periode, in welcher die Pegelstände im Rhein am niedrigsten sind und allmählich wieder ansteigen; zu dieser Zeit war die Lufttemperatur so niedrig, dass die Wasserversorgung des Rheins durch die Gletscherschmelze im Hochgebirge nicht von Belang sein konnte. Im Frühjahr war Hochwasser zu erwarten infolge der häufigeren Niederschläge und der Schneeschmelze im Flachland und in mittleren Gebirgslagen; die Untersuchung am 5. März ist in die Periode der Hochwasserstände gelegt, welche im Januar beginnen und bis April allmählich abnehmen, um gewissermassen ein Mittel der Hochwasserstände zu fassen. Die Untersuchung bei mittlerem Wasserstand wurde auf den 2. September verlegt, da in dieser Zeit der Rhein von seiner zweiten Hochwasserperiode des Jahres herabsinkt, in welcher er noch Gletscherwasser führen konnte. Die stärkste Schmelze des Eises im Hochgebirge findet zwar durchschnittlich im Juni, Juli und August statt, jedoch muss man damit rechnen, dass solches Wasser in Mainz erst später abfliesst, da der Bodensee ein Sammelbecken darstellt, dessen Inhalt so gross ist, dass sich eine Änderung der Wasserbeschaffenheit nur allmählich bemerkbar macht.

Vor der Besprechung der Untersuchungsergebnisse, welche in den Anlagen 1, 2 und 3 mitgeteilt sind, soll auf die Art der Probenziehung des Wassers näher eingegangen werden.

Es lag allerdings kein zwingender Grund zu der Annahme vor, dass die Be-

---

[1]) Mainzer Pegel.
[2]) Pegel bei Kostheim.

schaffenheit des Rheinwassers in verschiedenen Tiefen an den Profilen wechselt. Man musste oberhalb der Einmündung des Mains an den Zutritt des Neckars und an etwa einfliessende Effluvien aus grösseren Städten und Fabriken, unterhalb des Mainzuflusses an diesen selbst denken. Aber diese Wasserarten unterscheiden sich durch ein höheres spezifisches Gewicht so wenig, oder sie sind, wenn dies bei einigen Fabrikabwässern nicht zutrifft, in ihrer Menge verhältnismässig so gering, dass ein Zusammenhalten derselben am Grunde des Flussbettes bei der Strömung und Wassermasse des Rheins nicht zu erwarten war. Immerhin sollte der Beweis hierfür erbracht werden. Bei der ersten Probenentnahme am 3. November 1900 wurden die Querprofile in drei Teile, linke Flussseite, Mitte und rechte Flussseite, geteilt. (Bei dem Profil I musste man sich mit einer Zweiteilung begnügen, da damals bei dem niedrigen Pegelstande von 0,54 m der Fluss nach dem rechten Ufer hin sehr flach wurde). Die Probenentnahme begann immer am linken Ufer; in Abständen von je 50 m wurde gegen das rechte Ufer in der Profillinie vorgegangen und an diesen Punkten jeweils gleichzeitig drei Proben, die eine 0,5 m unter der Oberfläche, die zweite etwa in der Mitte der Stromtiefe und die dritte 0,5 m über dem Grunde, entnommen. Dabei wurden in jedem Flussabschnitt die Proben von der Oberfläche zu einer „Hauptprobe" zusammengegossen, ebenso die Proben aus mittlerer Tiefe und die vom Grunde. Die Proben für die bakterielle Prüfung wurden 0,5 m unter der Oberfläche und über dem Grunde ebenfalls in Abständen von 50 m entnommen, jedoch einzeln und zwar sofort verarbeitet.

Die Unterschiede, welche das Wasser in verschiedenen Tiefen innerhalb eines Profilabschnittes zeigt (vergl. Anlage 1), sind, wie zu erwarten war, gering und deshalb nicht von Belang. Diese werden von vielerlei Umständen bedingt, die nicht aufklärbar sind. Am wenigsten schwankte die Oxydationsgrösse, der Chlorgehalt blieb sich gleich bis auf eine einzige Ausnahme. Im rechten Abschnitt des Profiles II wurden in mittlerer Tiefe 17,75 mg Chlor ermittelt, während an der Oberfläche und am Grunde gleichmässig 23,07 mg sich fanden. Ein Analysenfehler kann hier nicht vorliegen; denn übereinstimmend ist an dieser Stelle auch die Oxydierbarkeit niedriger (3,74 gegen 7,06 bezw. 6,96 mg). Vielleicht wurde der Auftrieb eines im Flussbett als Quelle mündenden Grundwasserstromes gefasst. Wie dem auch sein mag, jedenfalls ist auch dieser Unterschied wie die übrigen belanglos.

Nach dieser Erfahrung durfte bei den beiden weiteren Untersuchungsreihen auf eine solche umständliche Probenziehung verzichtet werden, um so mehr als an den Tagen des 5. März und 2. September 1901 Hoch- bezw. Mittelwasser bestand und deshalb eine stärkere Vermischung des Wassers eintreten musste, als bei dem Niederwasser am 3. November 1900. Es wurden daher nunmehr je eine Probe aus mittlerer Tiefe in den Profilen vom linken und rechten Drittel und in der Mitte des Flusses für die chemische Analyse entnommen; für die bakteriologische Prüfung wurden die Proben an diesen drei Punkten 0,5 m unter der Oberfläche und über dem Grund gezogen und, wie früher, sofort verarbeitet. Die Ergebnisse der ersten Untersuchung werden mit denen der beiden anderen vergleichbar, indem man aus den Analysenwerten Mittelzahlen berechnet.

Egger[1]) hat bei früheren Untersuchungen des Rheinwassers, welche sich auf den Verlauf eines Jahres ausdehnten, gefunden, dass durch Regengüsse und Schneeschmelze lediglich eine Verdünnung der einzelnen Bestandteile bedingt wird, und dass insbesondere das prozentische Verhältnis des Kalks zum Rückstand ein so konstantes ist, dass man aus dem Gewicht des letzteren den Kalk berechnen kann. Aus seinen Analysen ist die nachstehende Tabelle entnommen:

Entnahme an der Mainzer Eisenbahnbrücke vor Mündung des Mains am:	Mainzer Pegelstand m	1 l Wasser enthielt mg		Kalk ist % des Rückstandes	Entnahme an der Jungenfeldschen Aue zwischen Mainz und Laubenheim am:	Mainzer Pegelstand m	1 l Wasser enthielt mg		Kalk ist % des Rückstandes
		Rückstand	Kalk				Rückstand	Kalk	
					14. XII. 1883	1,56	203	74,6	36,7
4. I. 1884	1,40	232	80,0	34,4	8. I. 1884	1,44	220	79,4	34,7
4. II. „	2,01	195	74,6	37,7	14. II. „	1,47	207	76,6	37,4
8. III. „	1,05	224	82,6	36,8	19. III. „	0,92	210	81,6	38,8
5. IV. „	0,78	214	82,6	38,5	23. IV. „	0,96	205	79,6	38,8
7. V. „	1,08	198	70,0	35,3	21. V. „	1,24	187	76,0	40,6
11. VI. „	1,35	186	71,0	38,1	25. VI. „	1,65	184	73,9	40,1
15. VII. „	1,33	186	73,0	39,2	24. VII. „	1,75	178	70,0	39,3
6. VIII. „	1,42	182	70,0	38,4	14. VIII. „	1,15	178	70,0	39,3
16. IX. „	1,36	178	69,0	38,7	10. IX. „	1,49	176	70,0	39,7
2. X. „	0,68	188	70,0	37,2	22. X. „	0,51	196	76,0	38,7
8. XI. „	0,34	210	78,0	37,1	11. XI. „	0,27	210	78,0	37,1
23. XII. „	2,12	174	69.0	39,6					
			Mittel	37,6				Mittel	38,4

Mit dieser Beobachtung stehen auch die anlässlich der Mainzer Einleitungsfrage gewonnenen Befunde im Einklang. Zum Vergleich sind die Mittelzahlen der einzelnen Proben jeder Untersuchung zusammengestellt:

Tag der Probenentnahme	Rhein vor Zutritt des Mains (Profil I)				Main bei Kostheim			
	Pegel in Mainz m	1 l Wasser enthielt mg[2])		Kalk ist % des Rückstandes	Pegel in Kostheim m	1 l Wasser enthielt mg[2])		Kalk ist % des Rückstandes
		Rückstand	Kalk			Rückstand	Kalk	
3. XI. 1900	0,54	232,8	81,9	35,1	0,22	291,2	76,6	26,6
5. III. 1901	2,61	198,8	52,3	26,3	2,89	184,0	46,6	25,3
2. XI. 1901	1,46	200,0	79,2	39,6	1,12	378,5	118,5	31,3

Wenn sonach drei einzelne, herausgegriffene Beobachtungen die im Verlauf eines früheren Jahres (1884) beobachtete Regel bestätigen, so darf man hieraus erkennen, dass man aus diesen vereinzelten Untersuchungen, bei welchen die Höhe des Pegelstandes und die Jahreszeit berücksichtigt sind, mit Recht Schlüsse auf die durchschnittliche Beschaffenheit des Rheinwassers bei Mainz ziehen kann.

[1]) Egger, Die wechselnde Zusammensetzung des Wassers des Rheins und Mains bei Mainz im Jahre 1884. Zweiter Rechenschaftsbericht des chemischen Untersuchungsamts für die Provinz Rheinhessen 1885, S. 34.

[2]) Mittelzahlen.

Fasst man die Schwankungen der prozentischen Kalkzahlen bei den Eggerschen Untersuchungen, welche an sich nicht so gross sind, dass sie den von ihm gezogenen Schluss nicht erlaubten, näher ins Auge, so lässt sich aus denselben eine weitere Erscheinung herauslesen. Bekanntlich besitzt das Gletscherwasser in hohem Grade die Eigenschaft, Kalkgestein zu lösen; daher wird man zur Zeit der Gletscherschmelze, in den warmen Monaten, einen höheren prozentischen Anteil des Kalkes am Rückstand des Rheinwassers zu erwarten haben. In der Tat sehen wir aus den Untersuchungen im Jahre 1884, dass die prozentische Kalkzahl im Mai, Juni, Juli, August und September ansteigt und dann wieder abfällt. Auch bei der Untersuchung am 2. September 1901 war diese Zahl höher als bei den vorhergegangenen am 5. März 1901 und 3. November 1900. Dies legt den Gedanken nahe, dass an ersterem Tage bei Mainz noch Gletscherwasser floss; zumal wenn man sieht, dass der Kalkanteil im Mainwasser anders sich verhielt.

Naturgemäss erzeugen die Hochwässer neben der Verdünnung der gelösten Bestandteile des Flusswassers eine Vermehrung der suspendierten Stoffe. Diese werden durch die Niederschläge vom Boden abgeschwemmt und dem Flusse zugeführt; sie sind als Bestandteile des Bodens vorwiegend mineralischer Natur, ihr organischer Anteil ist auf oder im Boden grossenteils bereits mineralisiert. Ein sichtbarer Unterschied besteht in den suspendierten Stoffen des Rhein- und Mainwassers; sie sind hier von graulicher Farbe und äusserst fein, dort erscheinen sie gelblich und gröber. Dies hängt mit der geologischen Oberflächenbeschaffenheit der Niederschlagsgebiete zusammen.

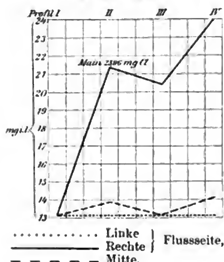
Im allgemeinen lassen die Analysen an den drei Untersuchungstagen erkennen, dass das Rheinwasser wenig verunreinigt ist: die Oxydierbarkeit und der Chlorgehalt sind niedrig, Ammoniak und salpetrige Säure sind nicht, Salpetersäure gewöhnlich nur in Spuren vorhanden. Die Vermehrung der letzteren Säure bei hohem Wasserstand bestätigt die Auffassung, dass eine Mineralisierung der vom Boden abgeschwemmten organischen Stoffe bereits stattgefunden hat, ehe diese zum Fluss gelangen, und sie können sonach als eine Verunreinigung nicht mehr angesprochen werden. Die Keimzahlen erscheinen durchschnittlich etwas höher, als man sie im Flusswasser zu sehen gewohnt ist, weil ihre Bestimmung durch die schärfere Methode der Zählung mit dem Mikroskop bewerkstelligt worden ist; sie sind ohnehin nur unter sich vergleichbar und dürfen auch hierbei nur als relative, nicht als absolute Grössen angesprochen werden.

Es ist eine bekannte Erscheinung, dass bei dem Zusammenströmen zweier Flüsse die Vermischung des Wassers erst allmählich erfolgt. Unterscheiden sich die beiden Flusswasserarten durch die Farbe, so wird diese auch sichtbar. Man hat sie bei verschiedenen Flüssen schon beobachtet, man weiss vom Rhein, dass zu Zeiten das Mainwasser bis nach Bingen erkennbar ist. Die Verteilung des Mainwassers im Rhein liess sich durch die Untersuchungen am 3. November 1900, sowie am 5. März und 2. September 1901 erkennen. Stellt man die ermittelten Bestandteile des Wassers graphisch dar, so lässt sich bei jedem derselben die Zone der Beeinflussung mehr oder minder scharf abgrenzen. Am deutlichsten kommt dies natürlich bei denjenigen

Bestandteilen, welche den grössten Unterschied zwischen Main- und Rheinwasser aufwiesen, zum Ausdruck; deshalb sollen nur diese herausgegriffen werden. In dieser Beziehung lieferten die drei Untersuchungen jede für sich charakteristische Merkmale.

Bei der ersten Untersuchung am 3. November 1900 (vergl. Anl. 1), welche bei Niederwasser (Mainzer Pegel 0,54 m, Kostheimer 0,22 m) ausgeführt wurde, überwog im Mainwasser der Gehalt an Chlor und Keimen. Die Stelle, an welcher der Main durch seinen höheren Gehalt gewirkt hat, ist durch Beifügung der betreffenden Zahl angedeutet; später ist dies ebenso für den Salzbach geschehen.

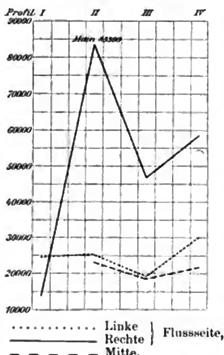
Chlorgehalt des Rheinwassers am 3. Nov. 1900



Der niedere Chlorgehalt des Rheinwassers, welcher im Profil I an beiden Flussseiten gleich war, steigt an der rechten Seite des Profils II stark an, sinkt dann etwas bis zum Profil III und erreicht seine grösste Höhe bei Profil IV. Wie sich später zeigen wird, ist der zweite Anstieg auf die Einmündung des Salzbaches zurückzuführen. In der Mitte des Rheins besteht vielleicht noch eine schwache Beteiligung des Main- und Salzbachwassers: die Kurve gleicht in ihrer Tendenz der ersteren, nur ist sie bedeutend abgeflacht. An der linken Flussseite ist nur unvermischtes Rheinwasser geflossen: der Chlorgehalt ist sich gleichgeblieben und die Linie verläuft wagerecht ohne Knickungen.

Ganz ähnlich gestalten sich die Kurven des Keimgehaltes, wiewohl diese Ermittelung keine so absolut genauen Zahlen liefern kann wie die Titration des Chlors.

Keimgehalt im Rheinwasser am 3. Nov. 1900.



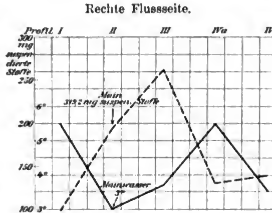
Auf der rechten Flussseite bemerkt man ebenfalls den hohen Anstieg bei Profil II und einen weiteren, diesmal geringeren bei Profil IV, dazwischen den Abfall bei Profil III, dagegen waren die Unterschiede des Keimgehaltes in der Mitte und an der linken Seite nicht gross genug, um etwas Charakteristisches aus ihnen ableiten zukönnen.

Ein besonderes Interesse bot die Untersuchung am 5. März 1901 (vergl. Anl. 2), da zu dieser Zeit Hochwasser (Mainzer Pegel 2,61 m, Kostheimer 2,89 m) in beiden Flüssen bestand. An diesem Tage waren in beiden Flusswässern die Unterschiede der gelösten Substanzen und der Keimzahlen nicht bedeutend, um so auffallender hob sich das Mainwasser durch seinen Gehalt an suspendierten Stoffen hervor. Dieser war an sich schon geeignet, die Verteilung dieses Flusswassers im Rhein zu verfolgen; unterstützend griff der Umstand ein, dass das Mainwasser eine Temperatur von 3°, dasjenige

des unbeeinflussten Rheins (bei Profil I) eine solche von 5,5° hatte. Beide Unterscheidungsmerkmale sind graphisch verwertet. Der Gehalt an suspendierten Stoffen ist durch eine gestrichelte, die Temperatur durch eine ausgezogene Kurve dargestellt.

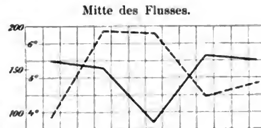
Die Temperaturkurve verläuft mit derjenigen der suspendierten Stoffe diskordant, was einer Erniedrigung der Temperatur und einer Erhöhung des Gewichtes der suspendierten Stoffe im Rheinwasser gleichbedeutend ist.

Rechte Flussseite.

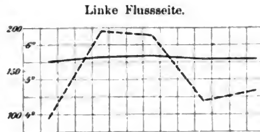


Das starke Absinken der Temperatur auf der rechten Flussseite bei Profil II zeigt an, dass dort nur Mainwasser geflossen ist, im weiteren Verlauf steigt die Kurve wieder an, erreicht in Profil IVa als Höhepunkt die Temperatur des Rheinwassers (5,5°) und fällt bei Profil IV auf ein Mittel von 4°. Ganz ähnlich verlief die entsprechende Kurve in der Mitte[1]) des Flusses, nur trat die niederste Temperatur später, erst bei Profil III ein. Diese Beobachtung spricht dafür, dass das Mainwasser sich nach und nach in die Breite des Rheinbettes hereindrängte; anderseits muss man aus dem späteren Ansteigen der Temperatur bei Profil IVa annehmen, dass das Rheinwasser dort nach der rechten Seite gelenkt worden, was wohl auf die in Mitte des Stromes liegenden Inseln Petersaue und Rettbergsaue zurückzuführen ist. An der linken Flussseite floss nach den geringen Temperaturschwankungen nur Rheinwasser.

Mitte des Flusses.



Linke Flussseite.



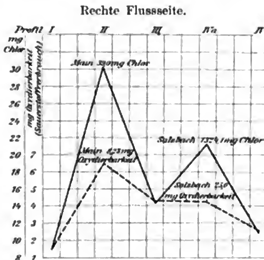
Mit dieser Kurve der Temperatur verläuft die der suspendierten Stoffe nicht allenthalben entgegengesetzt. Übereinstimmend wird bei letzterer in Profil II, sowohl an der rechten Flussseite wie in der Mitte, ein rasches Ansteigen beobachtet, welches an ersterer Stelle bis nach Profil III noch weiter wuchs. Dies ist begreiflich. Dass aber an der linken Flussseite in Profil II ebenfalls eine Vermehrung der suspendierten Stoffe bemerkt wurde, lässt keine andere Auslegung zu, als dass hier schon Mainwasser mit im Spiele war, welches von Kostheim her durch den Verbindungsarm zwischen Main und Rhein gegenüber der Blei-Aue (vergl. Tafel VI) übergetreten ist. Das nicht übereinstimmende Verhalten der Temperatur des Wassers

[1]) Bei Profil III und IVa, welche durch eine Insel (Peters- bezw. Rettbergsaue) unterbrochen sind, ist in dieser wie in den folgenden graphischen Darstellungen als Mitte der rechte Abschnitt des breiteren linken Flussarmes genommen.

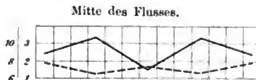
lässt sich nicht erklären. Im weiteren Verlaufe werden die Schwimmstoffe des Mainwassers durch die Beimischung des Rheinwassers vermindert; beide Kurven, die der Temperatur und der suspendierten Stoffe, verlaufen entsprechend regelrecht, diskordant. Man wird daher richtiger den Schluss nur aus dem Gewicht der suspendierten Stoffe ziehen, und dieser lautet, dass das Mainwasser bei dem hohen Pegelstand von 2,89 m kurz nach seiner Mündung im Rheinbett einen Weg einnahm, welcher einen selbst die linke Rheinseite berührenden Bogen beschrieb.

Für die Untersuchung am 2. September 1901 (vergl. Anl. 3), welche bei Mittelwasser (Mainzer Pegel 1,46 m, Kostheimer 1,12 m) ausgeführt wurde, waren der Chlorgehalt und die Oxydierbarkeit durch ihre Höhe für das Mainwasser charakteristisch; ersterer ist durch eine ausgezogene, letztere durch eine gestrichelte Kurve in der nachstehenden graphischen Darstellung wiedergegeben.

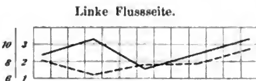
Rechte Flussseite.



Mitte des Flusses.



Linke Flussseite.



Auf der **rechten** Flussseite verlaufen die Kurven des Chlors und der Oxydierbarkeit ganz gleichmässig. Ein rascher Anstieg bei den Profilen II und IVa und ein Abfall bei den Profilen III und IV. Der Anstieg des Chlors bei Profil IVa ist hier wie bei der Untersuchung vom 3. November 1900 auf den hohen Salzgehalt der von Wiesbaden kommenden thermalen Abwässer zu beziehen; trotz der geringen Wassermenge des Salzbaches kam er in dieser Weise zum Ausdruck. Die geringere Steigerung der Oxydierbarkeit daselbst ist auf die Kanalwässer dieser Stadt (Haushaltungsabwässer und Fäkalien) zurückzuführen, welche nach einer Klärung in den Salzbach eingeleitet werden. Die entsprechenden Kurven in der **Mitte** und der **linken** Flussseite lassen eine Beeinflussung des Rheinwassers durch den Main und Salzbach nicht erkennen.

Zusammenfassend kann aus den drei Untersuchungstagen der Schluss gezogen werden, dass bei niederem und mittlerem Pegelstande das Mainwasser sich an der rechten Rheinseite hält; führt der Main Hochwasser, so kann dieses bis in das linke Drittel des Rheins herüberdrängen.

Für die Frage der Einleitung der Mainzer Kanalwässer in den Rhein ist sonach die Beschaffenheit des Mainwassers ohne Belang, denn bei Hochwasser, bei welchem es überhaupt in Betracht kommen kann, ist die Verdünnung eine entsprechend grössere.

Die gegenwärtigen und künftigen Abwässer der Stadt Mainz.

Die Stadt Mainz ist auf einem Gelände erbaut, welches am linken Rheinufer ansteigt; die grösste Erhebung am Caestrich beträgt etwa 35 m; mit wenigen, schwachen, wellenförmigen Unterbrechungen ist die Steigung gleichmässig.

Das ganze Stadtgebiet ist kanalisiert; die Kanäle ziehen teils auf dem kürzesten Wege zu Tale, teils verfolgen sie die Längsrichtung des Bergrückens; bei ersteren vollzieht sich die Spülung durch das gute Gefälle, bei letzteren wird sie unter Benutzung von Schleusen durch das von obenher zufliessende Kanalwasser sowie durch Leitungswasser bewirkt. Das Kanalwasser der Altstadt und der Neustadt vereinigt sich in der Talsohle in je einem Hauptkanal, aus welchem es bei dem Raimunditor bezw. bei dem Rheintor an der Wallstrasse nach dem Rhein abfliesst, oder bei höherem Pegelstande abgepumpt wird.

1. Die Mengen des gegenwärtigen Kanalwassers.

Durch die städtischen Kanäle werden zur Zeit ausser dem Niederschlagswasser die gesamten Abwässer aus den Haushaltungen, das Strassenreinigungswasser, sowie die Abwässer aus 2 Lederfabriken, 5 Brauereien, 6 Seifensiedereien, 8 chemischen Wäschereien, dem städtischen Schlacht- und Viehhofe und der Armeekonservenfabrik abgeführt.

Die Menge des abfliessenden Kanalwassers wurde von dem städtischen Tiefbauamte an verschiedenen Tagen bestimmt; die Tage waren regenfrei, oder es wurde die berechnete Menge des Niederschlagswassers in Abzug gebracht. Es flossen durch die beiden Hauptsiele ab:

am	Kubikmeter	Bemerkungen
Montag, den 5. November 1900	7 796,7	
Dienstag, „ 6. „ „	7 920,0	Hauptschlachttag im städt Schlachthaus.
Mittwoch, „ 7. „ „	8 357,4	
Donnerstag, „ 8. „ „	7 565,4	
Sonntag, „ 11. „ „	3 574,8	
Freitag, „ 16. „ „	11 131,2	Regen von 8^h N.-M. bis 7^h V.-M. mit 12,6 mm Höhe.
Sonnabend, „ 17. „ „	9 819,0	Regen von 10^h V.-M. bis 1^h N.-M und von 4 bis 7^h V.-M. mit 11,6 mm Höhe.
Summe:	56 164,5	
Hiervon dürften als Regenwasser abzuziehen sein	4 818,6	
Summe:	51 345,9	
Freitag, den 24. Mai 1901	12 438,0	Hauptschlachttag im städt. Schlachthaus.
Mittwoch, „ 5. Juni „	15 040,5	
Sonnabend, „ 27. Juli „	13 962,2	
Donnerstag, „ 24. Oktober „	10 813,8	
Montag, „ 28. Oktober „	10 755,1	
Dienstag, „ 5. November „	10 592,6	
Gesamtsumme:	124 948,1	
Im Mittel flossen täglich ab:	9 611,4	

Bekanntermassen fliesst das Kanalwasser während der 24 Tagesstunden nicht gleichmässig ab, die grössere Menge entfällt etwa auf die Stunden von morgens 6 Uhr bis abends 10 Uhr, also 16 Stunden. Es soll aber angenommen werden, dass das ganze Kanalwasser eines Tages schon in 12 Stunden ablief, dann treffen

auf 1 Sekunde 222,5 Liter.

2. Die chemische Zusammensetzung des gegenwärtigen Kanalwassers.

Die Zusammensetzung des Kanalwassers wurde durch wiederholte Untersuchungen bestimmt, indem Stichproben von einzelnen Stunden des Tages und an zwei Tagen Sammelproben aus stündlichen Entnahmen während 24 Stunden geprüft wurden. Die Ergebnisse sind in der Anl. 4 mitgeteilt. Aus diesen sind die folgenden Mittelzahlen gezogen.

Das Kanalwasser enthielt im Liter Milligramme:

Nach den	Trocken-rückstand	Glührückstand	Glühverlust	Suspendierte Stoffe			Chlor	Stickstoff		
				im ganzen	Glührückstand	Glühverlust		im ganzen	gelöst	ungelöst
Stichproben . . .	1514,8	775,4	739,4	506,7	210,0	296,7	194,2	58,8	39,4	19,9
stündlichen Proben .	1492,6	943,1	549,5	463,6	250,2	213,4	180,2	44,3	26,4	17,9

Bei beiden Arten der Probenentnahme sind die Unterschiede der Ergebnisse hinsichtlich der besonders in Betracht kommenden Zahlen, des Trockenrückstandes, des Chlors und des Stickstoffes gering. Rechnet man nun mit der durchschnittlichen Kanalwassermenge von 222,5 Litern in der Sekunde, so fliessen zur Zeit nach dem Rhein ab in der Sekunde Gramme:

Nach den	Trocken-rückstand	Glührückstand	Glühverlust	Suspendierte Stoffe			Chlor	Stickstoff		
				im ganzen	Glührückstand	Glühverlust		im ganzen	gelöst	ungelöst
Stichproben . . .	338,1	172,5	164,6	112,7	46,7	66,0	43,2	13,1	8,8	4,4
stündlichen Proben .	332,1	209,8	122,2	103,1	55,6	47,5	40,1	9,8	5,9	4,0

Bezüglich der hierdurch bedingten Verunreinigung des Rheinwassers stellen sich die Ergebnisse aus den „Stichproben“ etwas ungünstiger; trotzdem diejenigen aus den „stündlichen Proben“ der Wirklichkeit näher kommen, soll später mit ersteren gerechnet werden.

3. Die Menge des künftigen Kanalwassers.

Diese lässt sich schwierig abschätzen. Sieht man von dem Niederschlags- und Strassenreinigungs-Wasser und Fabrikabwasser ab, so kann man wohl aus der von der Wasserversorgung abgegebenen Wassermenge zu einer Zahl gelangen, die der Wahrheit nahe kommt. Im Jahre 1890/91 betrug

der mittlere Tagesverbrauch . . . . 48 Liter Wasser
„ grösste „ . . . . 89 „ „
„ kleinste „ . . . . 25 „ „

für den Kopf der Bevölkerung. Mit der Einführung von Wasserklosets wird der Wasserverbrauch bedeutend wachsen. Rechnet man als höchste Tagesmenge 150 Liter für den Kopf, so würde Mainz bei der jetzigen Einwohnerzahl von 87581 täglich 13137 cbm Kanalwasser liefern. Diese Zahl wird von den jetzigen Kanalwässern schon an manchen Tagen überschritten, wie aus der obigen Zusammenstellung der Kanalwassermengen ersichtlich ist. Das Fabrikabwasser allein kann nicht so bedeutend sein, um die an sich hohe Annahme von 150 Litern auszugleichen. Tatsächlich sind in Mainz jetzt schon viele Wasserklosets und Gruben mit Überlauf an die Kanalisation angeschlossen. Mit einer solchen Zahl aber ist auch weiterhin nicht viel gedient: **Die gelösten Bestandteile des vom Wasserwerk abgegebenen Wassers** sind für die Flussverunreinigung **gleichgültig,** es kommen vielmehr nur **die mit diesen abgeschwemmten Unratstoffe** in Betracht.

4. Die Menge der Unratstoffe des künftigen Kanalwassers.

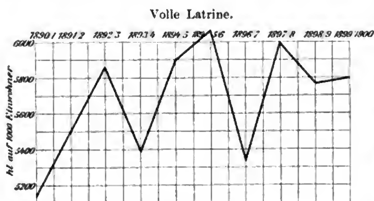
Die Menge der Unratstoffe von den Abwässern aus den Haushaltungen, den Strassenoberflächen, den Fabriken, dem Schlacht- und Viehhofe und der Armee-Konservenfabrik sind bekannt durch die Analyse des jetzigen Kanalwassers. Darin steckt noch eine unbekannte Grösse, nämlich die Menge der Unratstoffe aus den Fäkalien, welche jetzt schon unbefugter Weise zu den Kanälen gehen. Diese ist nicht unbedeutend; sie wird in Rechnung gezogen werden, nur erscheint sie in dem Posten „Kanalwasser“.

In Mainz besteht zur Zeit noch Abfuhr, und zwar werden die Fäkalien zum Teil als volle Latrine, oder dort, wo man über die Abortgruben Wasserklosets angebracht hat, als verdünnte Latrine abgefahren. Nach den Berichten des städtischen Reinigungsamtes wurden in den 10 Jahren 1890 bis 1900 folgende Mengen auf diese Weise aus der Stadt entfernt:

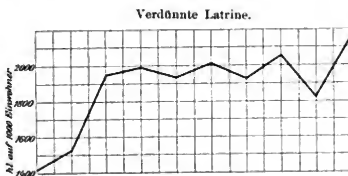
Jahr	Einwohnerzahl (fortgeschriebene)	Volle Latrine hl	Zu- oder Abnahme gegen das Vorjahr hl	Verdünnte Latrine hl	Zu- oder Abnahme gegen das Vorjahr hl
1890/1	72 281	370 506,98	— 3 514,34	102 260,82	+ 16 525,11
1891/2	73 214	400 476,25	+ 29 969,27	120 882,24	+ 18 621,42
1892/3	74 147	425 203,53	+ 24 727,28	140 847,94	+ 19 965,70
1893/4	75 080	404 136,64	— 21 066,89	149 077,53	+ 8 229,59
1894/5	76 013	447 043,16	+ 42 906,52	146 469,66	— 2 607,87
1895/6	76 946	466 136,25	+ 19 093,09	155 131,32	+ 8 661,66
1896/7	78 417	418 031,33	— 48 104,92	153 562,74	— 1 568,58
1897/8	79 888	485 856,24	+ 67 824,91	165 796,84	+ 12 234,10
1898/9	81 359	469 025,70	— 16 830,54	148 232,57	— 17 564,27
1899/1900	82 830	480 238,69	+ 11 212,99	179 548,95	+ 31 316,38

Diese Zahlen, wie insbesondere die nachstehende graphische Darstellung, bei welcher die Latrinenmengen in verkleinertem Massstabe (auf 1000 Einwohner berechnet) wiedergegeben sind, lassen erkennen, dass Unregelmässigkeiten in der Abfuhr der Fäkalien vorliegen; denn mit dem Anwachsen der Bevölkerungsziffer wäre auch naturgemäss eine Zunahme der Exkremente zu erwarten gewesen. Die Vermutung, dass Fäkalien dem Kanalnetz übergeben worden sind, wird hierdurch bestätigt. Das gleichmässigere Ansteigen der Kurve für verdünnte Latrine gegenüber der für volle erklärt sich durch eine vermehrte Einrichtung von Wasserklosets. Das Bestehen von solchen in Verbindung mit Gruben erhöht aber die Abfuhrkosten und führt zu dem Bestreben, unberechtigter Weise nach den Kanälen abzuleiten.

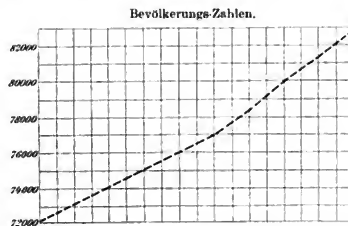
Volle Latrine.



Verdünnte Latrine.



Bevölkerungs-Zahlen.



In dem Jahre 1900/1 wurden 500196,49 hl volle und 181314,59 hl verdünnte Latrine abgefahren. Aus diesen Zahlen lässt sich das Gewicht der Trockensubstanz der in den Gruben befindlichen Fäkalien berechnen.

a) Die volle Latrine.

Nach Büsing[1]) beträgt das spezifische Gewicht des Grubeninhaltes 1,05; das Verhältnis der Darmausscheidungen zum Harn stellt sich wie 1:12,9. Es enthalten ferner

die Darmausscheidungen .	75 % Wasser	und 25 %	Trockensubstanz,
der Harn	94,5 %	„ „ 5,5 %	„

Somit wog die Jahresmenge von 500196,49 hl voller Latrine 52520631,45 kg; oder es würden bei täglich 12 stündiger Ablaufzeit in der Sekunde 3,331 kg Fäkalien durch

[1]) Büsing, Die Kanalisation. Weyl's Handbuch der Hygiene, II. Band, Seite 144.

die Kanäle abfliessen. Diese setzen sich nach dem Verhältnis 1 : 12,9 aus 239 g Darmausscheidungen und 3092 g Harn zusammen; es resultieren schliesslich aus

ersteren . . . 59,75 g Trockensubstanz,
letzteren . . . 170,6 „ „

Mit der vollen Latrine wurden daher in der Sekunde

229,81 g Trockensubstanz

geliefert.

b) Die verdünnte Latrine.

Die verdünnte Latrine wird in Mainz bei der Abfuhr mit dem Aräometer nach Beck gemessen, um ihren Geldeswert abzuschätzen. Um die Zusammensetzung derselben kennen zu lernen, wurden Proben davon untersucht. Diese wurden zu einer Zeit entnommen, im Januar, wo der Wasserverbrauch in den Haushaltungen geringer ist, da eine zu dünne Latrine für die Berechnung der Trockensubstanz zu günstige Ergebnisse geliefert hätte.

Die Untersuchungen ergaben:

Probe	Spezifisches Gewicht	Milligramme im Liter			
		Trockenrückstand	Glührückstand	Glühverlust	Stickstoff
I	1,0063	6657,0	4295,0	2362,0	1442,0
II	1,0118	8902,0	5177,0	3720,0	2366,0
III	1,0180	20610,0	10160,0	10450,0	3150,0
IV	1,0172	19551,0	10243,0	9308,0	4354,0
Im Mittel	1,0133	13930,0	7468,8	6460,0	2828,0

Verdünnte Latrine wurden im Jahr 1900/01 18 131 459 Liter abgefahren; oder es wurden in der Sekunde 1,150 Liter geliefert. Diese enthalten, mit der Durchschnittszahl 13 930,0 mg gerechnet,

16,019 g Trockensubstanz

in der Sekunde.

Nun sind die Summanden bekannt, um die Trockensubstanz zu berechnen, welche das künftige Kanalwasser mit dem Einlass der Fäkalien in 1 Sekunde liefern wird. Diese bestehen aus der Trockensubstanz des Kanalwassers (einschliesslich der jetzt schon zugegebenen Fäkalien) . . . . = 338,100 g,
der vollen Latrine . . . . = 229,810 g,
der verdünnten Latrine . . . . = 16,019 g.

Das künftige Kanalwasser wird in 1 Sekunde bei zwölfstündiger Ablaufszeit 583,929 g Trockensubstanz enthalten.

Es soll nunmehr durch andere Berechnungsarten geprüft werden, ob diese Zahl nicht zu niedrig angenommen ist.

Wolf und Lehmann[1]) geben an, dass eine Person im Tag ausscheidet g

	Fäces	Harn
Mann	150	1500
Frau	45	1300
Knabe	110	570
Mädchen	25	450.

In der Stadt Mainz wohnen gegenwärtig

	männliche	weibliche Personen:
bis zum 15. Lebensjahr	10 645	11 104
über das 15. Lebensjahr	33 420	32 412.

Die Trockensubstanz der Fäces wieder zu 25%, die des Harns zu 5,5% angenommen, so würden bei zwölfstündiger Abflusszeit

179,451 g Trockensubstanz

in der Sekunde geliefert werden. Die oben angestellte Berechnung ergab für die gesamten Fäkalien (Darmentleerungen und Harn) für die Sekunde aus voller und verdünnter Latrine 245,829 g.

Baumeister[2]) berechnet für schwemmkanalisierte Städte die Unratstoffe des Kanalwassers für den Kopf und den Tag zu 190 g. Hiernach würde Mainz mit seiner jetzigen Einwohnerzahl von 87 581 bei zwölfstündiger Ablaufszeit in der Sekunde 385,193 g Trockensubstanz liefern. Diese Zahl ist niedriger als die oben ermittelte. Solche Zahlen sind immer nur Schätzungswerte; sie können und wollen keinen Anspruch auf absolute Richtigkeit machen. Zweckmässig wird man bei der Beurteilung einer etwa eintretenden Flussverunreinigung mit der ungünstigeren Zahl rechnen, um damit die Möglichkeit eines Trugschlusses abzuwenden. Daher ist den späteren Erwägungen die grössere Zahl 583,929 zugrunde gelegt.

Die Einwirkung der gegenwärtigen und künftigen Unratstoffe der Stadt Mainz auf das Rheinwasser.

Die chemischen Untersuchungen des Rheinwassers, welche hinsichtlich dessen Beschaffenheit im allgemeinen angestellt wurden (vergl. Anlagen 1, 2 und 3), geben auch Aufschluss über die Einwirkung des Kanalwassers auf das Flusswasser. Wenn schon gezeigt wurde, dass die grosse Masse des Mainwassers sich nur allmählich und nur bis zu einem gewissen Grade mit dem des Rheines vermengt, so wird umsomehr die Beeinflussung des geringeren Kanalwassers nur auf der linken Rheinseite zu suchen sein. In der nachfolgenden Tabelle sind die betreffenden Ergebnisse von Profil II ab, der oberhalb der Einmündungen der beiden Mainzer Hauptsiele am Raimundi- und Rheintor (letzteres bei der Wallstrasse) gelegenen Stelle, sowie der unterhalb befindlichen Punkte in den Profilen III, IVa und IV zusammengestellt.

---

[1]) Vergl. Blasius, Städtereinigung. Weyls Handbuch der Hygiene, II. Band, S. 15.

[2]) Zentralblatt der Bauverwaltung. XII. Jahrgang, S. 113.

	Entnahme-stellen in	1 Liter Wasser enthielt Milligramme													
		Suspendierte Stoffe													
		Gesamt	anorganisch	organisch	Trockenrückstand	Glührückstand	Glühverlust	Oxydierbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Ammoniak	Salpetrige Säure	Salpetersäure	Chlor	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)
	bei Niederwasser am 3. November 1900.														
oberhalb	Profil II	29,11	13,83	15,30	231,9	192,4	39,5	2,71	0	0	Deutlicher Nachweis	13,12	39,25	85,3	12,1
unterhalb	Profil III	34,13	16,65	17,48	233,8	193,2	40,6	2,80	0	0	Spur	13,12	37,11	83,1	13,6
unterhalb	Profil IV	41,81	19,11	22,70	232,7	194,5	38,2	3,61	0	0	Spur	13,84	46,26	85,9	14,5
	bei Mittelwasser am 2. September 1901.														
oberhalb	Profil II	32,6	29,2	3,4	191,0	128,0	63,0	1,26	0	0	0	10,6	22,7	78,3	14,2
unterhalb	Profil III	31,5	26,8	4,7	203,6	141,6	62,0	1,82	0	0	0	7,1	15,9	81,6	14,3
unterhalb	Profil IV a	32,4	29,5	2,9	207,0	129,0	78,0	1,90	0	0	0	8,8	23,5	75,9	14,4
unterhalb	Profil IV	31,5	27,6	3,9	212,0	131,0	81,0	2,69	0	0	0	10,6	22,6	103,2	11,9
	bei Hochwasser am 5. März 1901.														
oberhalb	Profil II	197,3	183,0	14,3	210,5	143,5	67,0	5,00	0	0	viel	8,88	20,86	51,0	14,1
unterhalb	Profil III	190,8	174,1	16,7	185,5	123,5	62,0	4,19	0	0	viel	10,65	18,97	50,5	12,8
unterhalb	Profil IV a	117,9	95,5	22,4	243,0	165,0	78,0	3,81	0	0	desgl.	8,88	14,36	50,5	12,8
unterhalb	Profil IV	127,9	105,6	22,3	296,5	210,0	86,5	3,81	0	0	desgl.	8,88	17,95	50,5	13,0

Die suspendierten Stoffe des Kanalwassers verändern sich bei dem Zutritt zum Flusswasser nicht so rasch in ihrer körperlichen und chemischen Form, als dass sie nicht nachgewiesen werden könnten. In der Tat war bei Niederwasser eine geringe Zunahme bei Profil III und IV zu verzeichnen; es muss jedoch gewagt erscheinen, eine solche minimale Vermehrung von etwa 5 bezw. 12 mg, die bei einer einzigen Untersuchung gefunden wurde, dem Kanalwasser zuzuschreiben. Ein Zufall kann hier im Spiele gewesen sein. Bei Mittel- und Hochwasser fand sogar eine Abnahme statt. Dies war auch bei einer weiteren Untersuchung am 14. Dezember 1901 (Mainzer Pegel 1,68 m Mittelwasser) der Fall. Damals wurden mg suspendierte Stoffe im Liter Wasser ermittelt

	gesamt	anorganisch	organisch
bei Profil II . . .	29,16	14,86	14,30
„ „ III . . .	24,86	13,48	11,38
„ „ IV . . .	20,75	10,46	10,29

Anders verhält es sich mit den **gelösten** Substanzen des Kanalwassers; chemische Umsetzungen derselben mit denen des Rheinwassers können eintreten. Man darf daher aus den an sich geringen Zahlenunterschieden des Trockenrückstandes nicht urteilen; in dieser Beziehung bieten eine zuverlässige Handhabe die Chlorverbindungen, da die Menge des Chlors sich nicht ändert und dieses auch in dem Kanalwasser stark

(194,2 bezw. 180,2 mg im Liter) vertreten war. Die Chlorzahlen nahmen bei Nieder-, Mittel- und Hochwasser nicht zu.

Eine Einwirkung des jetzigen Kanalwassers auf den Rhein muss naturgemäss bestehen; diese ist aber so gering, dass sie durch die üblichen chemischen Wasseruntersuchungsmethoden nicht mehr nachgewiesen werden konnte. Mit diesem Befunde stimmt auch die Berechnung.

Das Kanalwasser liefert bei zwölfstündiger Ablaufszeit in der Sekunde mit 222,5 Litern 338,1 g Trockensubstanz. In dem linken, durch die Petersaue gebildeten Rheinarm, der hierfür nur in Frage kommen kann, fliessen bei

a) dem niedrigsten beobachteten Pegelstande[1]) — 0,18 m 440 Sek. cbm Wasser
b) bei niederem „ + 0,50 m 854 „ „ „
c) bei hohem „ + 2,06 m 1645 „ „ „

Diese Wassermengen vorausgesetzt würde durch das Kanalwasser der Trockenrückstand im Rheinwasser erhöht

bei a) um 0,8 mg für 1 Liter Wasser
bei b) um 0,4 mg „ 1 „ „
bei c) um 0,2 mg „ 1 „ „

Solche Zunahmen sind zu gering, um sicher nachgewiesen werden zu können. Dies ist umsomehr der Fall bei dem kleineren, sich nicht verändernden Gehalt des Kanalwassers an Chlor, der für die Sekunde 43,2 g betrug.

Der Zufluss eines städtischen Abwassers zu einem Fluss, welches immer reich an organischen Substanzen und Bakterien ist, bedingt, dass der freie Sauerstoff durch Oxydationsvorgänge sich vermindert, anderseits stellt sich eine Vermehrung der Bakterien ein. Diese beiden Vorgänge wurden im Rheinwasser verfolgt in der Erwartung, dass die Einleitung des jetzigen Kanalwassers nach der einen oder anderen Richtung einen Ausschlag geben würde. Die Entnahmezeiten wurden entsprechend der Strömungsgeschwindigkeit des Rheins so gewählt, dass die Proben annähernd immer aus der Wasserzone gezogen wurden, welche bei stärkstem Zufluss das Kanalwasser stromabwärts trug; der stärkste Zufluss des Mainzer Kanalwassers am Tage erfolgt nach Aufzeichnungen an selbstregistrierenden Apparaten etwa um 11 Uhr Vormittags. Die Proben wurden geschöpft in

Profil II etwa um 10^h bis $10^{30\,h}$
„ III „ „ 12^h „ $12^{30\,h}$
„ IIIa „ „ $12^{45\,h}$ „ 1^h
„ IVa „ „ $1^{15\,h}$ „ $1^{30\,h}$ und
„ IV „ „ $1^{45\,h}$ „ 2^h

Sofort nach der Entnahme wurden die Kulturen zur Bakterienzählung angelegt und zu den Proben für die Sauerstoffbestimmung Mangansulfat und jodkalihaltige Natronlauge gegeben zur Bindung des Sauerstoffs, dessen Titration nach Winkler am gleichen Tage im Laboratorium des chemischen Untersuchungsamtes für die Provinz Rhein-Hessen ausgeführt wurde. Die Ergebnisse sind in der Anlage 5 niedergelegt. Zur

[1]) Innerhalb 50 Jahren einmal beobachtet.

Ermittelung des Sättigungsdefizits ist der Sättigungswert des Wassers für Luftsauerstoff für den betreffenden Barometer- und Thermometerstand nach den Winklerschen Angaben[1]) in Milligramm im Liter Wasser umgerechnet. Spitta[2]) bestimmte den Sättigungswert des betreffenden Flusswassers, indem er es mit Luft schüttelte und dann den Sauerstoffgehalt titrierte; seine Zahlen unterscheiden sich von denen Winklers nur in der zweiten Dezimale. Man darf daher die Winklerschen Werte hierfür einsetzen; der Fehler ist unbedeutend.

Um festzustellen, in welchem Masse die Mainzer Sielwässer auf den Rhein einwirken, werden aus der Anlage 5 die Ergebnisse vom linken Flussteil (bezeichnet mit L) denen von der Mitte des Flusses (bezeichnet mit M) gegenübergestellt. Als Mitte des Flusses ist die Mittellinie des offenen Stromes oder, sofern Inseln vorhanden sind wie bei Profil III und IVa, die rechte Seite des linken Flussarmes angenommen.

Profil	1. Februar Pegelstand 1,70 m				5 Februar Pegelstand 0,80 m				6. März Pegelstand 1,46 m				2. September Pegelstand 1,46 m			
	Sättigungs-defizit mg Sauerstoff im l		Keime in ccm		Sättigungs-defizit mg Sauerstoff im l		Keime im ccm		Sättigungs-defizit mg Sauerstoff im l		Keime im ccm		Sättigungs-defizit mg Sauerstoff im l		Keime im ccm	
	L	M	L	M	L	M	L	M	L	M	L	M	L	M	L	M
II	4,31	5,52	16 608	17 432	1,46	1,70	verflüssigt	verflüssigt	1,85	1,71	122 670	130 560	1,17	1,57	15 188	16 971
III	4,84	5,13	35 436	24 463	0,85	1,46	12 913	7 893	0,71	1,14	140 620	167 870	1,18	1,02	30 369	10 336
IVa	5,42	4,35	18 545	15 603	1,49	1,04	7 425	7 820	1,22	4,06	389 320	99 720	1,50	0,56	23 351	12 250
IV	4,95	5,57	15 232	23 817	4,63	8,12	12 222	16 356	1,56	1,72	149 930	189 580	1,06	0,70	19 395	11 612

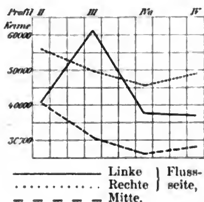
Es ist auffällig, dass am 1. Februar das Sättigungsdefizit des Sauerstoffs grösser war, als an den übrigen Tagen und, wie hier vorweg bemerkt werden darf, auch bei späteren Tagen nie mehr so hoch gefunden wurde. Ein Grund hierfür konnte nicht ausfindig gemacht werden; jedenfalls sind aber die Mainzer Kanalwässer nicht dafür verantwortlich zu machen. Denn das Sättigungsdefizit war schon vor dem Zutritt derselben im Profil II hoch und weist auch in der Mitte des Flusses bei den unterliegenden Profilen grössere Zahlen auf. Ebenso ist auch bei den niedrigeren Zahlen an den drei anderen Untersuchungstagen eine Verminderung des Sauerstoffs durch den Zutritt des Kanalwassers nicht zu erkennen. Dagegen macht sich dessen Einfluss immer durch eine Erhöhung der Keimzahl an der linken Flussseite in Profil III bemerkbar.

Es wäre jedoch gewagt, schon aus diesen 4 bakteriologischen Untersuchungen Schlüsse zu ziehen. Die Probenentnahme ist so vielen, unvermeidbaren Zufälligkeiten unterworfen, dass es kaum gelingen dürfte, aus einem stehenden Wasser nach einander zwei Proben zu ziehen, welche die gleiche Keimzahl liefern; umsomehr trifft

[1]) L. W. Winkler, Die Löslichkeit des Sauerstoffs in Wasser. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. 22. Jahrgang S. 1764.

[2]) O. Spitta, Untersuchungen über die Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse. Archiv für Hygiene, 38. Bd. S. 224.

dies bei einem fliessenden Wasser mit starkem Schiffährtsverkehr zu. Hier können nur Mittelzahlen aus grossen Untersuchungsreihen ein richtiges Bild geben. Um solche zu gewinnen, wurden an den Profilen (vergl. Tafel VI) während der Dauer eines Jahres zahlreiche bakteriologische Untersuchungen ausgeführt. Bei diesen wurde die Tageszeit des grössten Zuflusses an Kanalwasser und die Strömungsgeschwindigkeit des Rheins berücksichtigt: die Proben sind an den einzelnen Tagen zu den gleichen Stunden genommen, wie diejenigen für die vorerwähnten Ermittelungen des Sauerstoffgehaltes des Rheinwassers. Die Einzelergebnisse sind in der Anlage 6 verzeichnet; aus diesen sind Mittelwerte berechnet; trat Verflüssigung der Gelatineplatte ein, oder waren die Keime so zahlreich, dass sie auf der Platte nicht mehr zählbar waren, so wurde jeweils die höchste Keimzahl der betreffenden Reihe der unter der Oberfläche oder über dem Grund entnommenen Proben eingesetzt (in Klammern beigefügt). Aus einer graphischen Darstellung dieser Mittelwerte lässt sich die bakterielle Beschaffenheit des Rheinwassers auf der etwa 10,5 km langen Stromstrecke zwischen Profil II und IV in den drei Flussabschnitten links, Mitte und rechts gut erkennen.



Auf der rechten Flussseite setzt infolge des höheren Keimgehaltes des dort fliessenden Mainwassers die Keimzahl am höchsten ein und nimmt stromabwärts allmählich ab. Ganz ähnlich verläuft die Kurve in der Mitte, nur beginnt sie mit der niedrigeren und gleichen Keimzahl wie die der linken Flussseite. Auf dieser letzteren beobachtet man in Profil III, nämlich unterhalb der Einmündungsstellen der Mainzer Kanalwässer, eine beträchtliche Zunahme der Keime, und nachher wieder eine Verminderung, welche in Profil IV unter die Anfangszahl des Profils II herabsinkt.

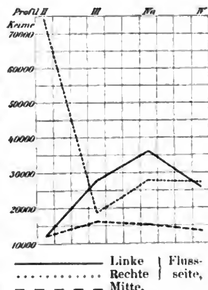
Wie wichtig es war, diese Untersuchungen mit der Zeit des grössten Zuflusses beginnen zu lassen und die Entnahmen der Proben entsprechend der Strömungsgeschwindigkeit des Rheins auszuführen, zeigt eine Untersuchungsreihe vom 23. Mai bis 8. Juli, bei welcher aus äusseren Gründen (Schwierigkeiten in der Beschaffenheit eines Dampfers) von dieser Regel abgewichen wurde. Hierbei wurden die Proben nicht zu den oben angegebenen Zeiten geschöpft, sondern etwa bei

Profil II 8^{h} bis 8^{15h},
„ III 8^{40h} „ 8^{55h},
„ IIIa 9^{10h} „ 9^{15h},
„ IVa 9^{30h} „ 9^{55h} und
„ IV 9^{45h} „ 10^{25h}.

Es wurde also früher am Tage begonnen, um 8^{h} statt um 10^{h}, und die ganze Reihenentnahme in kürzerer Zeit, in $2^{1}/_{4}$ statt in 4 Stunden, durchgeführt. Wie die graphische Darstellung der Mittelwerte dieser letzteren Untersuchungsreihen erkennen lässt, fallen die Kurven ganz anders aus.

Von dem steileren Abfall der Kurve auf der rechten Flussseite kann abgesehen werden; er ist bedingt durch ein einziges Untersuchungsergebnis. Am 10. Juni wurden

in Profil II auf der rechten Rheinseite unter der Oberfläche 653 190 und über dem Grunde 373 040 Keime im ccm ermittelt (vgl. Anl. 6); möglicherweise wurde durch die Schraubenbewegung des Dampfers der Grund aufgewühlt. Jedenfalls darf ein solches, einzig dastehendes Ergebnis nicht den Ausschlag geben, wenn alle übrigen weit niedrigere Zahlen darstellen. Von Interesse ist nur, dass bei den Untersuchungen früher am Tage die Keimzahlen in allen Teilen und insbesondere an der linken Flussseite niedriger waren, und dass auf dieser Seite der Kulminationspunkt der Kurve nicht, wie entsprechend den Zuflussstellen der Siele zu erwarten gewesen wäre, bei Profil III sondern erst bei Profil IVa eintritt.



Mit der Beeinflussung des Rheinwassers durch das Mainzer Kanalwasser haben diese Untersuchungen nichts zu tun; sie beweisen nur die Richtigkeit der Regel, dass bei hierauf abzielenden Untersuchungen die Strömungsgeschwindigkeit des Flusses und die Zeit des Ablaufens der grössten Kanalwassermenge am Tage berücksichtigt werden mussten.

Es konnten noch Zweifel darüber bestehen, ob die Proben zur bakteriologischen Prüfung auf der linken Rheinseite wirklich aus der Zone geschöpft sind, welche die Kanalwässer stromabwärts trägt. Um dies aufzuklären, liess man in das Rheintorsiel ungefähr 100 m vor seiner Mündung, eine ammoniakalische Lösung von Fluoresceïn (1200 g zu 3340 ccm Wasser) während 20 Minuten einfliessen. Darauf fuhr man mit einem Dampfer in fluoresceïnfreiem Wasser nach der Rettbergsaue (vergl. Tafel VI) und entnahm, um den Farbstoff nicht zu verschleppen, stromaufwärts Proben des Rheinwassers. Der Nachweis des Fluoresceïns wurde nach einer von Mayrhofer angegebenen Methode geführt: zu den Proben des Rheinwassers, je 5 Liter, wurden je 5 g feinstgeschlämmter Tierkohle gegeben; der Inhalt der Flaschen wurde mehrmals kräftig umgeschüttelt. Nach zwei Tagen hatte sich die Kohle abgesetzt; das überstehende klare Wasser wurde abgehebert, die Kohle auf ein Filter gebracht, bei 100° getrocknet und mit schwach ammoniakalischem Alkohol (etwa 15 ccm) ausgewaschen. Nach Konzentration des Alkohols auf dem Wasserbade ist die Fluorescenz meist schon erkenntlich; sie wird auch bei hohen Verdünnungsgraden deutlich, wenn man im dunklen Raum ein konvergierendes Lichtbündel hindurchfallen lässt. Bei dem letzteren Verfahren ist nur notwendig, einen Kontrollversuch ohne Fluoresceïn auszuführen, da der Alkohol aus der Kohle Stoffe aufnimmt, welche das Lichtbündel leicht grau erscheinen lassen und zu einer Verwechselung mit dem schwachgrünen Farbenton führen können. Vorversuche hatten die hohe Empfindlichkeit dieser Methode bewiesen; es gelingt damit, auf die Wassermenge berechnet, noch Verdünnungen des Fluoresceïns im Verhältnis von 1 : 4000 Millionen deutlich nachzuweisen.

Am 26. August 1901 wurde das Fluoresceïn dem Kanalwasser zugegeben; ungefähr 30 m vom Ufer entfernt trat an der Einmündungsstelle eine starke Färbung

des Rheinwassers auf, welche völlig links bleibend noch ungefähr 500 m unterhalb der oberen Spitze der Rettbergsaue sichtbar war. Durch die Prüfung der entnommenen Proben wurde das Fluoreszeïn im linken Rheinarm bei der Rettbergsaue links und in der Mitte nachgewiesen, nach dem rechten Ufer dieses Armes, sowie nach dem rechten Rheinarm daselbst war es nicht mehr gelangt.

Bei der Probenentnahme auf der linken Rheinseite, für die bakteriologischen wie auch für die chemischen Untersuchungen, sind somit die Mainzer Kanalwässer gefasst worden.

Zur Kontrolle wurden noch in der durch Fluoreszeïn abgegrenzten Zone Untersuchungen angestellt und zwar diesmal näher am linken Ufer, nämlich in einer Entfernung von 20 m; die Proben wurden 1,5 m unter der Oberfläche in Abständen von 200 bezw. 400 m für bakteriologische und chemische Prüfungen entnommen. Dabei ergab sich: Untersuchung vom 26. September 1901: Pegelstand 1,59 m, Barometerstand 750 mm, Temperatur des Wassers 17°; der Sättigungswert des Wassers für den Sauerstoff der atmosphärischen Luft beträgt hierbei 9,52 mg für das Liter (nach Winkler).

Entfernung vom Rheintorsiel in m	Keime im ccm	Sauerstoff mg im l		Chlor mg im l	Entfernung vom Rheintorsiel in m	Keime im ccm	Sauerstoff mg im l		Chlor mg im l
		ermittelt	Sättigungsdefizit				ermittelt	Sättigungsdefizit	
0	61 695	7,92	1,60	33,7	3 600	58 465			
200	30 490	8,56	0,96	19,5	3 800	46 635	8,00	1,52	12,7
400	35 870				4 000	59 900			
600	33 370	7,76	1,76	17,8	4 200	24 030	7,76	1,76	14,2
800	36 950				4 400	27 980			
1 000	31 925	8,16	1,36	21,0	4 600	50 905	8,72	0,80	12,7
1 200	35 870				4 800	44 485			
1 400	40 535	8,32	1,20	17,8	5 000	47 710	8,00	1,52	12,4
1 600	34 450				5 200	38 740			
1 800	41 255	8,32	1,20	14,2	5 400	48 425	8,64	0,88	12,4
2 000	36 590				5 600	34 090			
2 200	43 045	7,76	1,76	12,7	5 800	43 780	8,32	1,20	15,9
2 400	38 025				6 000	40 175			
2 600	31 205	8,32	1,20	12,4	6 200	57 750	8,08	1,44	10,7
2 800	29 410				6 400	34 450			
3 000	31 205	9,20	0,32	15,9	6 600	56 675	8,16	1,36	10,7
3 200	35 520				6 800	50 580			
3 400	39 815	8,08	1,44	16,0					

Auch hier bietet die Verminderung des freien Sauerstoffes nichts Bemerkenswertes; die Einwirkung des Kanalwassers auf das Rheinwasser kommt andeutungsweise in dem Chlor- und Keimgehalt zum Ausdruck, wie deren graphische Darstellung übersichtlich zeigt.

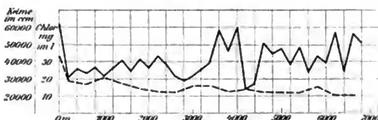
Betrachtet man die Anfangs- und Endpunkte beider Kurven, so ist wohl eine Abnahme des Chlors und der Keime festzustellen; dagegen müssen bei der Kurve der Keimzahlen, wenn man von kleineren Schwankungen absieht, die grossen Anstiege zwischen 3000 und 4000 m und nach 6000 m auffallen. Es darf allerdings einer einzigen solchen Untersuchungsreihe kein zu grosser Wert beigemessen werden, aber es bleibt doch bestehen, dass sie trotz der unvermeidlichen Zufälligkeiten die Erfahrung

der Abnahme der Keime auf dem 6800 m langen Wege (ebenso wie die ein Jahr lang fortgesetzten Untersuchungen) bestätigte.

Die erwähnten grösseren Anstiege der Keimzahlen konnten ihre Ursache in dem Zutritt von Verunreinigungen vom Lande her, oder im Flusswasser selbst haben; sie mussten sich sonach bei einer nochmaligen Untersuchung entweder annähernd an denselben Stellen zeigen, wenn ersterer Grund vorlag, oder es musste die Kurve der Keimzahlen in der Mitte des Flusses der vom linken Ufer ähnlich werden. Die Entscheidung wurde durch eine weitere Untersuchung herbeizuführen versucht, bei welcher auch die Beschaffenheit des Rheinwassers in der Mitte des Stromes berücksichtigt wurde. Diese fand am 24. Oktober 1901 statt; Pegelstand 1,42 m; Barometerstand 758 mm, Temperatur des Wassers 12°; diesen entsprechen als Sättigungswert des Wassers für Luftsauerstoff 10,71 mg im Liter (nach Winkler).

——— Keim- und — — — Chlor- } Gehalt am 26. September 1901. — Pegelstand 1,59 m. —

Am linken Ufer.

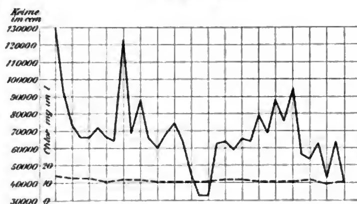


Entfernung vom Rheintorsiel in m	Keime in ccm	Sauerstoff mg im l		Chlor mg im l	Oxydierbarkeit (Sauerstoffverbrauch) mg im l	Entfernung vom Rheintorsiel in m	Keime im ccm	Sauerstoff mg im l		Chlor mg im l	Oxydierbarkeit (Sauerstoffverbrauch) mg im l
		ermittelt	Sättigungsdefizit					ermittelt	Sättigungsdefizit		
Am linken Ufer.											
0	129 130	9,44	1,27	14,2	2,43	3 600	33 380	9,84	0,87	10,7	2,66
200	93 270	9,68	1,03	13,3	2,66	3 800	62 775				
400	73 175	10,00	0,71	12,4	2,51	4 000	63 850	9,68	1,03	11,5	2,98
600	66 715					4 200	59 540				
800	66 000	9,52	1,19	12,4	2,27	4 400	66 360	10,56	0,15	11,5	2,90
1 000	71 740					4 600	64 210				
1 200	66 360	10,00	0,71	10,7	2,58	4 800	79 635	10,00	0,71	10,7	3,13
1 400	63 850					5 000	69 235				
1 600	121 240	5,92	4,79	11,5	2,35	5 200	88 655	10,64	0,07	10,7	2,98
1 800	68 875					5 400	75 325				
2 000	87 525	5,52	5,19	11,5	2,58	5 600	93 270	8,80	1,91	10,7	3,13
2 200	65 285					5 800	56 675				
2 400	60 260	10,08	0,63	10,7	2,35	6 000	53 805	9,20	1,51	11,5	2,75
2 600	68 520					6 200	63 130				
2 800	74 250	9,68	1,03	10,7	2,27	6 400	43 045	10,00	1,71	9,3	3,11
3 000	63 490					6 600	63 935				
3 200	45 550	9,76	0,95	10,7	2,51	6 800	39 815	10,40	0,31	10,7	2,43
3 400	32 650										
In der Mitte des Flusses.											
0	47 350	10,04	0,76	10,7	2,20	4 400	91 830	10,00	0,71	11,5	3,11
1 600	59 900	9,76	0,95	11,5	2,58	6 800	51 295	10,16	0,55	9,3	2,43
3 200	42 325	10,32	0,39	10,7	2,90						

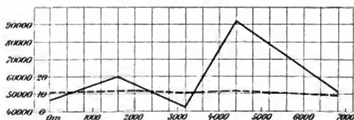
Wie bei der vorhergehenden Untersuchung, so ist auch bei dieser am linken Ufer eine Abnahme der Keimzahl zwischen dem Anfangs- und Endpunkte der Untersuchungsstrecke festzustellen; nur ist diese grösser. Die Kurve verläuft, ebenso wie die vom 26. September, nicht gleichmässig abfallend, sondern auf zwei hohe Anstiege (bei 1600 und 2000 m) folgt ein starker Abfall (bei 3400 m), dann wieder ein allmähliches Ansteigen (bis 5600 m) und rascheres Abfallen. Örtlich fallen diese Schwankungen der Kurven mit denen der früheren nicht zusammen; man kann daher eine, von dem Ufer her zutretende Ursache nicht vermuten. Um so auffälliger ist es aber, dass die Keimzahlen in der Mitte des Flusses eine Kurve ergeben, welche ganz ähnliche Tendenzen hat, wie die am linken Ufer gewonnenen. Die graphische Darstellung zeigt dies in übersichtlicher Weise. Dazu ist noch zu bemerken, dass an den Stellen der hohen Keimzahlen bei 1600 und 2000 m übereinstimmend auch das Sättigungsdefizit des Sauerstoffs grösser war. Das Chlor sank auch diesmal kurz unterhalb des Zuflusses des Kanalwassers rasch auf den normalen Gehalt des Rheinwassers; durch die Bestimmung der Oxydierbarkeit liess sich eine Einwirkung des Sielinhaltes nicht erkennen.

———— Keim- und - - - - Chlor- } Gehalt am 24. Oktober 1901. — Pegelstand 1,42 m. —

Am linken Ufer.



In der Mitte des Flusses.



Alle die vorerwähnten Untersuchungen lassen deutlich erkennen, dass die Verunreinigung des Rheins durch die jetzigen Kanalwässer der Stadt Mainz so gering ist, dass sie mit den üblichen chemischen Prüfungsmethoden nur andeutungsweise (Gehalt an freiem Sauerstoff und Chlor)

nachgewiesen werden konnte, und dass zwar die Keimzahl erhöht wird, aber schon nach einer 10,5 km langen Flussstrecke wieder auf die Norm zurücksinkt.

Wie sich das Rheinwasser verhalten wird, wenn mit dem Kanalwasser auch die Fäkalien zugeleitet werden, darüber lässt sich nur eine Berechnung anstellen.

Es wurde ermittelt, dass das Kanalwasser von Mainz bei einer zwölfstündigen Ablaufzeit in 1 Sekunde an Trockensubstanz liefert durch

das jetzige Kanalwasser einschliesslich der bereits mit abfliessenden Fäkalien	338,100 g
die volle Latrine	229,810 g
die verdünnte Latrine	16,019 g
in Summa	583,929 g.

Verteilt man diese Menge Trockensubstanz auf das im linken Rheinarm bei Mainz fliessende Wasser, welches allein nur in Frage kommen kann, so würde in 1 l Wasser der Trockenrückstand erhöht werden bei

dem niedrigsten beobachteten Pegelstande[1])	— 0,18	mit 440 Sek. cbm	um 1,3 mg
niederem „ „	+ 0,50	„ 854 „ „	„ 0,7 „
hohem „ „	+ 2,06	„ 1645 „ „	„ 0,3 „

Diese Zahlen sind so niedrig, dass sie eine nennenswerte Veränderung des Flusswassers nicht bedeuten. Aber auch wenn sie sich um das Zehnfache vergrössern (was jedoch nie eintreten wird), indem die Einwohnerzahl von Mainz bedeutend wächst und das städtische Abwasser im linken Drittel dieses Rheinarmes zusammengehalten wird, so wäre auch dann noch die Veränderung des Rheinwassers ohne jedes hygienische Bedenken.

Indessen wird zu ermitteln sein, wie sich die übrigen Eigenschaften des Rheinwassers verändern würden. Hierüber kann man Anhaltspunkte gewinnen, wenn man die Einwirkung, welche die künftigen Abwässer von Mainz nach Zugabe der Fäkalien auf den Rhein ausüben würden, sich vergegenwärtigt durch die Veränderungen des Flusswassers, welche durch die Abwässer von Wiesbaden hervorgerufen werden.

In Wiesbaden liegen die gleichen Verhältnisse vor, wie sie in Mainz angestrebt werden: die Stadt ist vollkommen kanalisiert, es wird das ganze Abwasser einschliesslich der Fäkalien abgeführt, in einer Reinigungsanlage gereinigt und durch den Salzbach dem Rhein zugeleitet. Die Stadt hat annähernd soviel Einwohner wie Mainz (89905 gegen 87581 in Mainz). Die Wassermenge des Rheins und dessen Gefälle ändert sich auf der Strecke zwischen Mainz und der Salzbachmündung nicht. Es ist daher statthaft, die Veränderungen des Rheinwassers durch das Wiesbadener Abwasser auf die Verhältnisse zu übertragen, die bei Mainz künftig eintreten würden. Was zunächst die chemischen Bestandteile betrifft (vergl. Anl. 1, 2 und 3), so hat die Untersuchung auf der rechten Rheinseite folgendes ergeben:

---

[1]) In 50 Jahren einmal beobachtet.

	Entnahmestellen in	1 Liter Wasser enthielt Milligramme													
		Suspendierte Stoffe			Trockenrückstand	Glührückstand	Glühverlust	Oxydierbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Ammoniak	Salpetrige Säure	Salpetersäure	Chlor	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)
		gesamt	anorganisch	organisch											
		bei Niederwasser am 3. November 1900.													
oberhalb	Profil III	51,29	24,07	27,22	262,1	221,9	40,2	5,13	0	0	Deutlicher Nachweis	20,41	45,5	80,4	15,9
unterhalb	Profil IV	57,37	27,33	30,05	284,1	222,8	61,3	5,67	0	0	Deutlicher Nachweis	23,96	47,7	86,0	17,5
		bei Mittelwasser am 2. September 1901.													
oberhalb	Profil III	22,8	18,9	3,9	271,0	203,0	68,0	4,27	0	0	Spur	14,2	41,8	82,5	14,4
unterhalb	Profil IIIa	23,0	20,4	2,6	300,0	231,6	68,4	5,54	0	0	Spur	24,8	45,1	86,6	16,1
	Profil IVa	18,4	16,9	1,5	312,0	—	—	4,20	0	0	Spur	21,2	32,3	87,5	18,6
	Profil IV	28,6	27,4	1,2	237,0	134,0	103,0	2,61	0	0	0	10,6	29,4	99,9	13,7
		bei Hochwasser am 5. März 1901.													
oberhalb	Profil III	262,5	238,1	24,4	184,0	118,0	66,0	4,50	0	0	viel	10,65	24,11	47,5	13,7
unterhalb	Profil IIIa	282,6	252,0	30,6	195,0	127,5	67,5	4,94	Spur	0	viel	15,97	18,27	84,5	12,7
	Profil IVa	124,9	102,3	22,6	270,0	189,0	81,0	3,87	0	0	viel	10,65	20,69	49,0	11,8
	Profil IV	131,4	109,7	21,7	279,0	121,0	57,5	4,19	0	0	viel	10,65	19,49	49,0	13,6

Ein Vergleich der Ergebnisse bei dem Profil III mit denen der unterliegenden Profile zeigt die Einwirkung der Wiesbadener Abwässer auf den Rhein. Die Vermehrung der suspendierten Stoffe ist bedeutungslos; sie beträgt bei Nieder- und Mittelwasser nur wenige Milligramme, bei Hochwasser tritt durch die stärkere Strömung so rasch eine Verdünnung ein, dass das Gewicht der suspendierten Stoffe schon im Profil IVa abnimmt. Die Zahlen des Trockenrückstandes sprechen für eine geringe Vermehrung desselben; man darf aber dieser Erscheinung eine besondere Bedeutung nicht beimessen, wenn man sieht, dass bei dem Hochwasser am 5. März auch an Stellen unterhalb der Salzbachmündung bei Profil IVa und IV der Trockenrückstand noch weiter zunahm, obwohl dort naturgemäss eine Verdünnung eingetreten sein musste. Ausschlaggebend ist für alle gelösten Substanzen das Chlor wegen seiner Unveränderlichkeit. Der Gehalt an Chlor darf um so mehr zur Beurteilung herangezogen werden, weil das Wiesbadener Kanalwasser durch die thermalen Abwässer sehr reich an diesem Bestandteil ist. In dem Wasser des Salzbaches wurden am 5. März 198,8, am 2. September 1324,1 mg im Liter ermittelt. Es zeigt sich nun, dass im Rheinwasser bei Profil IV bei Niederwasser eine Vermehrung des Chlorgehaltes von nur 3,5 mg stattfindet, bei Mittelwasser war er sogar etwas höher bei Profil III als bei IV, bei Hochwasser war er an beiden Punkten gleich. Die Unterschiede sind so gering, dass ihnen keine Bedeutung zukommt, sie sind nur der Vollständigkeit halber erwähnt. Im grossen ganzen hat sich eine merkbare chemische Veränderung des Rheinwassers durch den Zufluss des gereinigten Wiesbadener Abwassers auf der rechten Flussseite nicht ergeben.

Ebenso wie auf der linken Seite des Rheins bei Mainz, so wurden auch hier Untersuchungen auf den Gehalt an freiem Sauerstoff und Keimen angestellt. Es sollen die Ergebnisse vom rechten Ufer (R.) mit denen von der Mitte des Flusses oder dort, wo die Peters- und Rettbergs-Aue liegen, mit denen von der linken Seite des durch diese Inseln gebildeten Rheinarmes — siehe Tafel VI — verglichen werden (M). Die Zahlen sind der Anlage 5 entnommen.

Profil	1. Februar Pegelstand 1,70 m				5. Februar Pegelstand 0,80 m				6. März Pegelstand 1,46 m				2. September Pegelstand 1,46 m			
	Sättigungs-defizit mg Sauerstoff im l		Keime im ccm		Sättigungs-defizit mg Sauerstoff im l		Keime im ccm		Sättigungs-defizit mg Sauerstoff im l		Keime im ccm		Sättigungs-defizit mg Sauerstoff im l		Keime im ccm	
	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M
III	5,47	5,18	25 969	30 274	0,84	1,07	15 388	19 120	1,23	1,39	286 250	293 415	1,40	1,85	23 351	11 485
IIIa	5,73	5,95	26 041	verflüssigt	1,72	0,92	17 289	23 956	3,26	1,23	256 820	258 260	2,01	0,86	39 556	13 398
IVa	5,60	5,61	32 177	12 626	0,89	0,75	18 509	9 469	4,44	4,22	277 630	170 020	1,00	1,50	22 075	11 740
IV	5,47	5,57	verflüssigt	23 817	4,60	8,12	27 799	16 356	2,41	1,72	144 960	189 580	1,10	0,70	17 482	11 612

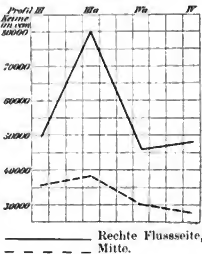
Im allgemeinen sind an diesem Ufer die Zahlen des Sättigungsdefizits des freien Sauerstoffs grösser als an dem linken bei Mainz, weil hier, wie bereits oben dargetan worden ist, das stärker verunreinigte Mainwasser fliesst. Kurz unter der Einmündungsstelle des Salzbaches bei Profil IIIa trat am rechten Ufer bei allen 4 Untersuchungen eine Sauerstoffverminderung ein: das Sättigungsdefizit vergrösserte sich. Dagegen unterliegt dasselbe in der Mitte des Rheins nur geringen Schwankungen. Es kommt somit hier die Verunreinigung des Rheins durch das Wiesbadener Wasser zum Ausdruck; sie ist aber bereits im Profil IVa wieder behoben. Die hohen Zahlen daselbst am 6. März und im Profil IV am 1. Februar können hierauf nicht bezogen werden, da sich auch in der Mitte des Flusses grosse Werte für das Sättigungsdefizit ergaben. An diesen zwei Tagen war überhaupt an beiden Profilen das Sättigungsdefizit im ganzen Flussquerschnitt gross; es wurden vom linken bis zum rechten Ufer die Zahlen ermittelt:

am 6. März im Profil IVa 4,22 — 4,06 — 4,22 — 4,44 mg
„ 1. Februar „ „ IV 4,95 — 5,57 — 5,47 mg.

Die bakteriologischen Untersuchungen liessen nur am 5. Februar und 2. September eine Vermehrung der Keimzahl am rechten Ufer bei Profil III a erkennen. Dass eine solche tatsächlich besteht und in welcher Weise diese vom Rheinstrom überwunden wird, zeigen die Mittelwerte der fortlaufend ausgeführten Bakterienzüchtungen (Anlage 6). Dieselben sind nachstehend bezüglich des rechten Flussteiles in einer ausgezogenen Kurve, bezüglich der Mitte des Rheins in einer gestrichelten dargestellt.

Am rechten Ufer schnellt die Kurve bei Profil IIIa stark in die Höhe und fällt später ebenso steil wieder bis unter ihren Anfangspunkt im Profil III ab. In der Mitte des Flusses war die Abnahme der Keimzahl gleichmässig.

Diese Erscheinung zeigt, dass durch das Wiesbadener Abwasser wohl eine Vermehrung der Keime hervorgerufen wird, dass aber bald wieder ein normaler Keimgehalt des Rheinwassers sich einstellt.



Wie am linken Rheinufer unterhalb der Mainzer Sielmündungen, so wurde auch hier die Wasserzone, welche das Salzbachwasser fortführt, besonders untersucht. Eine Abgrenzung dieser Zone durch Fluorescein war hier nicht nötig, da der hohe Chlorgehalt aus dem Salzbachwasser leitend war. Orientierende Voruntersuchungen hatten ergeben, dass sich das Wasser des Salzbaches nahe am Ufer hält. Dieser Bach hat ein schwaches Gefälle und tritt fast im rechten Winkel zum Rhein; sein Wasser wird gewissermassen von der Strömung des Rheines weggeschoben und haftet deshalb am Ufer. Die Proben wurden am 21. Oktober 1901 in Abständen von 200 und 400 m etwa 5 m vom Ufer entfernt in einer Tiefe von 1 m entnommen. An einzelnen Punkten wurde zum Vergleich die Beschaffenheit des Rheinwassers in der Mitte des Stromes festgelegt. Die Ergebnisse waren folgende:

Pegelstand 1,59 m. — Barometerstand 746 mm. — Das Salzbachwasser hatte eine Temperatur von 17°; es enthielt im Liter 852 mg Chlor, die Oxydierbarkeit betrug 24,6 mg Sauerstoffverbrauch.

Entfernung von der Salzbachmündung in m	Temperatur des Wassers °C	Keime in ccm	Sauerstoff mg im Liter			Chlor mg im Liter	Oxydierbarkeit (Sauerstoffverbrauch) mg im Liter	Entfernung von der Salzbachmündung in m	Temperatur des Wassers °C	Keime in ccm	Sauerstoff mg im Liter			Chlor mg im Liter	Oxydierbarkeit (Sauerstoffverbrauch) mg im Liter
			Sättigungswert nach Winkler	ermittelt	Sättigungsdefizit						Sättigungswert nach Winkler	ermittelt	Sättigungsdefizit		
am rechten Ufer.															
2	12,5	zahllose	10,43	7,84	2,59	619,1	21,34	2 800	11,5	33 720	—	—	—	—	—
200	11,5	178 570	10,55	8,64	1,91	191,7	7,55	3 000	11,5	41 610	10,55	9,92	0,63	17,8	3,61
400	11,5	74 620	—	—	—	—	—	3 200	11,5	46 635	—	—	—	—	—
600	11,5	69 610	10,55	9,68	0,87	57,6	4.47	3 400	11,5	33 370	10,55	10,16	0,39	16,9	2,92
800	11,5	53 810	—	—	—	—	—	3 600	11,5	42 325	—	—	—	—	—
1 000	11,5	114 070	10,55	9,52	1,03	49,2	4,64	3 800	11,5	26 905	10,55	9,92	0,63	16,0	3,44
1 200	11,5	95 420	—	—	—	—	—	4 000	11,5	19 730	—	—	—	—	—
1 400	11,5	89 690	10,55	9,68	0,87	33,7	4,38	4 200	11,5	20 445	10,55	10,00	0,55	16,9	3,18
1 600	11,5	79 630	—	—	—	—	—	4 400	11,5	20 805	—	—	—	—	—
1 800	11,5	61 700	10,55	10,16	0,39	19,5	4,12	4 600	11,5	23 675	10,55	10,24	0,31	17,8	3,87
2 000	11,5	45 910	—	—	—	—	—	4 800	11,5	24 030	—	—	—	—	—
2 200	11,5	40 180	10,55	10,88	(+0,33)	16,9	3,52	5 000	12,0	verflüssigt	10,55	10,32	0,23	16,0	3,61
2 400	11,5	43 760	—	—	—	—	—	5 200	12,0	30 490	—	—	—	—	—
2 600	11,5	47 350	10,55	10,24	0,31	16,0	3,52	5 400	12,0	14 710	10,55	10,00	0,55	16,0	3,78
in der Mitte des Flusses.															
2	13,0	18 655	10,31	10,52	(+0,21)	10,6	2,66	3 400	13,0	16 505	10,31	9,68	0,63	9,8	2,64
1 000	13,0	17 220	10,55	9,76	0,79	10,6	2,66	5 400	13,0	23 315	10,31	9,52	0,79	10,0	2,66

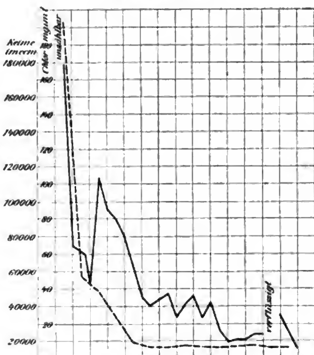
Die Verminderung des freien Sauerstoffs ist unbedeutend. Der Chlorgehalt und die Oxydierbarkeit nehmen auf einer Wegstrecke von etwa 2200 m rasch ab und die Zahlen halten sich dann in annähernd gleicher Höhe; in der Entfernung von 5400 m beträgt die Differenz gegenüber dem unbeeinflussten Wasser in der Mitte des Rheins beim Chlor nur 5,4 mg, bei der Oxydierbarkeit 1,12 mg. Das Verhalten der Keimzahlen wird durch die folgende graphische Darstellung übersichtlich. Der Kurve, welche durch eine ausgezogene Linie gebildet ist, wurde eine solche des Chlorgehaltes (gestrichelte Kurve) beigefügt, da sich dieser wie auch die Oxydierbarkeit ähnlich verhielten.

In Übereinstimmung mit dem Chlorgehalt nehmen die Keime rasch ab; nach der verhältnismässig kurzen Wegstrecke von 5400 m ist ihre Zahl etwa ebenso hoch wie in der Mitte des Rheins.

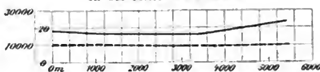
Diese Untersuchungen lehren, dass die **Verunreinigung**, **welche der Rhein durch die Wiesbadener Abwässer erfährt**, **nach kurzem Lauf bereits wieder ausgeglichen ist**; sie erlauben ferner den Schluss, dass bei einer Einleitung der Mainzer Kanalwässer einschliesslich der Fäkalien unter der gleichen Bedingung **einer Vorreinigung das Rheinwasser etwa oberhalb Budenheim wieder die gleiche Beschaffenheit haben würde wie oberhalb Mainz.**

———— Keim- und Chlor- } Gehalt am 21. Oktober 1901.
– – – – – – } — Pegelstand 1,59 m. —

Am rechten Ufer.



In der Mitte des Flusses.



Beurteilung der geplanten Einleitung der Mainzer Kanalwässer einschliesslich der Fäkalien in den Rhein.

Wenn die Stadt Mainz ihr Vorhaben ausführt, mit dem jetzigen Kanalwasser die Fäkalien zu vereinigen, das ganze städtische Abwasser in einer Kläranlage zu reinigen und dann in den Rhein zu leiten, so werden hierdurch nach den vorstehenden Untersuchungen und Erwägungen keine bleibenden Veränderungen des Rheinwassers eintreten, welche man als störende Verunreinigung bezeichnen könnte. Dies gilt nur bezüglich der physikalischen und chemischen Beschaffenheit des Flusswassers und dessen Keimgehalt im allgemeinen; auf die Bedeutung des Zutrittes von Krankheitserregern wird später noch näher eingegangen werden müssen.

Es sei noch bemerkt, dass mit der Einleitung des gereinigten Abwassers eine Gefahr für die Fischzucht nicht entsteht. Nach seiner Beschaffenheit könnte dieses nur durch Entziehung des freien Sauerstoffs aus dem Wasser schädlich wirken. Die niedrigste Sauerstoffmenge, welche überhaupt ermittelt wurde, war 5,50 mg im Liter, und zwar am 5. Februar in der Mitte des Profils IV; sie ist also weder durch das Mainzer, noch durch das Wiesbadener Wasser bedingt, sondern ein natürliches Vorkommnis gewesen. Diese Zahl liegt weit über der Sauerstoffgrenze, bei welcher Fische sich noch normal befinden; als solche gibt Kupzis[1]) in Übereinstimmung mit König und Hünnemeier[2]) 1,43 bis 2,14 mg im Liter an.

Selbstverständlich wird man in der Leistungsfähigkeit der zu errichtenden Reinigungs- und Kläranlage den besten Erfolg anstreben müssen. Hierher gehört in erster Linie eine gründliche Beseitigung der gröberen Schwimmstoffe aus dem städtischen Abwasser. Es ist zwar weniger zu befürchten, dass sich diese bei Niederwasser am Ufer ablagern werden; denn diese sind steil abfallend und die Strömungsgeschwindigkeit ist hier wenig geringer als in der Mitte des Flusses. Aber die Buhnen bilden Fangvorrichtungen, und mit Recht wird es als eine hässliche Verunzierung des Wasserlaufes empfunden werden, wenn auf dessen Spiegel oder in der Mitte des Stromes ekelerregende Gegenstände, wie Papier, Stopfen u. dergl. schwimmen. Auf deren Zurückhaltung muss besonderer Bedacht genommen werden.

Auch hinsichtlich der Entfernung von Sinkstoffen ist die Errichtung einer Kläranlage von einschneidender Bedeutung, um die Veränderung des Flusswassers auf das tunlichst kleinste Mass zurückzuschrauben. Die Versuche von Bock und Schwarz[3]) über mechanische Klärung der Abwässer der Stadt Hannover haben gelehrt, dass 50—80% dieser Stoffe beseitigt werden können. Durch ihre körperliche Beschaffenheit widerstehen diese Substanzen länger den Zersetzungsvorgängen als gelöste Bestandteile des Abwassers; sie werden im Flusse auf weitere Strecken fortgetragen, bis sie vollständig zerkleinert einer Mineralisierung, soweit eine solche möglich ist, anheimfallen.

Eine Ausscheidung gelöster Substanzen findet natürlich bei der mechanischen Klärung nicht statt; sie erfolgt nur bei den chemisch wirkenden Verfahren und bei solchen, wo Flächenanziehung und Absorption mitwirken, wie beispielsweise bei dem biologischen oder Kohlebreiverfahren und auch hier nur zum Teil. Indes ist die Art des Betriebes einer mechanisch wirkenden Anlage so einzurichten, dass durch Zersetzungs- und Fäulnisvorgänge ungelöste Stoffe nicht noch weiterhin gelöst werden.

Bestimmte Vorschriften hierüber, insbesondere über die Durchflussgeschwindigkeit bei Klärbecken, lassen sich nicht geben, sie sind durch Versuche im grossen unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Beschaffenheit des Abwassers erst zu ermitteln. Durch eine lange durchgeführte Kontrolle gewinnt man die Erfahrung, wie der Betrieb zu führen ist, um in der Reinigungsanlage den günstigsten Erfolg zu erzielen, jedoch

[1]) Kupzis. Die Naphtafischgifte und ihr Einfluss auf Fische, andere Tiere und Bakterien. Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften, Bd. 9, S. 149.

[2]) König und Hünnemeier. Über den niedrigsten für das Leben der Fische notwendigen Sauerstoffgehalt des Wassers. Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel, 1901, S. 385.

[3]) Vierteljahresschrift für gerichtliche Medizin und öffentliches Sanitätswesen. 3. Folge, XXXI. Bd., Supplementsheft S. 278.

muss die Beseitigung der Schwimm- und Sinkstoffe bis zur Grösse von 3—2 mm Durchmesser gefordert werden.

Bei jedem Verfahren sind die Notauslässe zur Bewältigung des grossen Zustroms infolge starker Niederschläge unvermeidlich, wenn man nicht eine getrennte Kanalisation einführen will. Das Kanalnetz von Mainz ist fertig gestellt und so gebaut, dass es nicht entsprechend umgeändert werden kann. Aber abgesehen von dem doch nur vereinzelt auftretenden besonders starken, lokalen Gewitterregen, muss man doch annehmen, dass zu solchen Zeiten die Wassermenge des Rheins ebenfalls vermehrt ist, und dass dann die Kanalwässer, ohnehin dann noch verdünnt, einen Schaden nicht anrichten können, zumal sich ihr gegenwärtiger Zufluss kaum bemerkbar macht. Gegen die Einrichtung von Notauslässen in Mainz ist nichts einzuwenden, wenn sie mit Abfangvorrichtungen für gröbere Schwimmstoffe versehen und ihre Ausmündungen an Stellen verlegt werden, an welchen sich keine Flussbäder, Waschanstalten oder Liegeplätze von Schiffen befinden. Das Flusswasser würde zur Benutzung für solche Zwecke unappetitlich, und es soll hier noch ein anderer Punkt gestreift werden, nämlich die Übertragung ansteckender Krankheiten.

Die Möglichkeit des Eintritts solcher Gefahren lässt sich nicht von der Hand weisen; sie besteht schon jetzt. Wenn auch nachgewiesen werden konnte, dass die durch die Mainzer (und auch die durch Wiesbadener) Abwässer verursachte Keimvermehrung rasch wieder behoben wird, so ist doch nicht sicher bewiesen, dass Krankheitserreger auf weitere Strecken verschleppt werden können. Geht man der Ursache der Verminderung der Keimzahl nach, so wird man in erster Linie an die Wirkung der Verdünnung denken müssen; wenigstens spricht dafür die gleichmässig verlaufende Abnahme gelöster Bestandteile des Flusswassers, wie die des Chlors. Aber weiterhin ist doch zu bedenken, dass die Mikroorganismen des städischen Abwassers, soweit sie nicht „Wasserbakterien" im eigentlichen Sinne sind, mit dem Eintritt in das Flusswasser Verhältnissen ausgesetzt werden, welche ihren normalen Entwickelungsbedingnngen nicht entsprechen. Zum grössten Teil besteht die Flora des Kanalwassers aus Fäulniserregern und Bewohnern des menschlichen und tierischen Darmkanals. Beide Artengruppen sind auf konsistentere Nährmateriale als das Flusswasser, letztere auch auf höhere Temperaturen angewiesen. Es ist daher, wenn die Verunreinigung nicht zu gross ist, eine rasche Abnahme dieser Keime die Regel; die Verminderung solcher Keime muss man ausser der Verdünnung durch Flusswasser auf ein Absterben zurückführen.

Als Überträger von ansteckenden Krankheiten kommen bei der Einleitung städtischen Abwassers vornehmlich die Erreger der Cholera asiatica und des Unterleibstyphus in Betracht. Auch diese Bakterien werden, aus der Kenntnis ihrer Entwickelungsbedingungen zu schliessen, einem gleichen Schicksal verfallen. Allerdings ist man nicht genau darüber unterrichtet, nach welcher Zeit dies der Fall ist; die Ergebnisse von Laboratoriumsversuchen dürfen auf die Verhältnisse im Flusswasser ohne weiteres nicht übertragen werden. Eine Verdünnung kann zwar die Infektionsmöglichkeit herabmindern, aber nicht vollkommen beseitigen. Die Gefahr besteht und dieser muss nach Tunlichkeit entgegengearbeitet werden.

Choleraepidemien sind glücklicherweise selten und, wenn sie auftreten, werden strenge Massnahmen angeordnet (und diese sind auch bei der letzten Epidemie 1892/94 mit Erfolg durchgeführt worden), um sie einzudämmen. Die bezüglichen Vorschriften erstrecken sich auch insbesondere auf die Verhütung einer Verschleppung durch das Flusswasser. Wenn solche aussergewöhnliche Bestimmungen für die Zeit einer Cholera-epidemie durchführbar sind, so ist dies doch nicht angängig für eine Krankheit, die in den Städten niemals ganz erlischt, für den Unterleibstyphus. Da dieser im allgemeinen nur vereinzelt auftritt, so müssen die Massnahmen andere sein als bei der Cholera. Dieselben werden sich vorwiegend nach der Häufigkeit des Auftretens von Typhus in dem betreffenden Ort zu richten haben.

In Mainz sind in den zehn Jahren 1892—1901 an Typhus-Erkrankungs- und Todesfällen verzeichnet worden:

Im Jahre	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Summe	Davon * Erkrankungen auf Schiffen	Todesfälle im Jahre
1892	3*	—	3	2	—	5	2	4 1 zugereist	3	1	1	3*	27	2	6
1893	—	2* 1 zugereist	—	1	5	1 zugereist	3*	3	5	5	7	1	33	2	11
1894	5	—	—	—	2	4*	1*	1 zugereist	1 zugereist	—	—	2	16	2	4
1895	2*	1	—	2	6	4*	2	15	5 1 zugereist	5	8	—	50	2	12
1896	1	2	1	—	—	4	—	2	1*	3	—	1	15 } 21	1	3
Im Sommerhalbjahr aus dem Rochusspital gemeldet . .													6 }		
1897	1	—	2*	4	4	1	1	1	1	4*	4*	1	24	3	3
1898	—	1	—	—	1 zugereist	1*	1	—	7	3	—	1*	15	2	3
1899	1	—	—	—	—	—	2	3	2**	1	—	1	10	2	7
1900	—	—	—	—	1	—	2 1 zugereist	2**	4	3	4	3*	19	3	4
1901	2*	2	—	—	—	—	8	2	5	—	—	1*	15	2	8
Summe . .	15	8	6	9	19	20	17	33	34	25	24	14+6=	230	—	61
Davon auf Schiffen .	3	1	1	—	—	3	2	2	3	1	1	4	—	21	—
oder zugereist . .	—	1	—	—	1	1	1	2	2	—	—	—	8	—	—

Es kommen zwar Monate vor, und auch mehrere nacheinander, in welchen der Typhus nicht auftritt, aber er erlischt nie vollkommen. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass auf Schiffen sich Infektionen ereigneten; das Rheinwasser bietet sonach schon jetzt die Gefahr der Typhusübertragung.

Ein Mass, wie nach dieser Richtung die Stadt Mainz zu beurteilen ist, gibt ein Vergleich der dortigen Typhussterblichkeit mit derjenigen benachbarter anderer Rheinstädte und derjenigen, welche in den deutschen Orten von 15000 und mehr Einwohnern beobachtet worden ist. Nach den im Kaiserlichen Gesundheitsamte geführten statistischen Aufzeichnungen trafen auf 10000 Einwohner Typhustodesfälle

im Jahre	in						in den deutschen Orten von 15000 und mehr Einwohnern
	Mannheim	Ludwigshafen	Worms	Mainz	Coblenz	Bonn	
1891	1,2	0,7	1,2	1,0	2,1	0,7	1,7
1892	0,5	1,6	0,4	0,8	2,7	1,0	1,6
1893	1,1	0,3	1,5	1,5	1,2	0,2	1,4
1894	0,5	2,3	1,4	0,5	1,3	0,7	1,1
1895	0,6	0,3	1,1	1,6	1,3	1,4	1,1
1896	1,4	1,0	0,3	0,4	0,8	0,2	0,9
1897	0,3	1,0	0,6	0,4	1,0	0,9	1,0
1898	1,1	1,4	0,8	0,4	0,7	1,1	0,9
1899	1,4	0,9	1,1	0,9	0,7	0,4	1,0
1900	1,2	0,5	—	0,5	2,9	1,4	1,1

Die Stadt Mainz nimmt sonach keine Ausnahmestellung ein; ihre Typhussterblichkeit war immer niedriger als die Durchschnittsziffer in den vorstehend bezeichneten deutschen Orten bis auf die Ausnahme des Jahres 1895. Diese war bedingt durch eine Epidemie von 50 Erkrankungen, von welchen auf einzelne Häuser bis zu 4 Fälle trafen. Die höchste Sterblichkeitsziffer von 1,6 wird noch überschritten von Ludwigshafen (1894 = 2,3) und Coblenz (1891 = 2,1, 1892 = 2,7, 1900 = 2,9); im übrigen war die Typhussterblichkeit der in den anderen Städten gleich.

Um die Gefahr der Typhusübertragung tunlichst abzumindern, wird man zunächst bedacht sein müssen, diese Krankheitserreger zu vernichten, ehe sie zum Kanalwasser treten. Dies gelingt in befriedigender Weise, wenn neben der schon bestehenden Anzeigepflicht ein häuslicher Desinfektionszwang für jeden Typhusfall ortspolizeilich vorgeschrieben wird. Hierdurch wird schon der grösste Teil der Typhusbazillen unschädlich gemacht. Freilich wird es nicht zu umgehen sein, dass manche der Hausdesinfektion entgehen; es wird dies der Fall sein, ehe der Erkrankte oder wenn er überhaupt nicht in ärztliche Behandlung kommt. Doch sind die letzteren Fälle nur Ausnahmen und verhältnismässig selten. Aber auch diese Bazillen werden nicht ohne weiteres zum Rheinwasser gelangen. Bekanntlich werden die Typhusbazillen von den Erkrankten durch die Darmentleerungen und den Harn ausgeschieden; in ersteren sind sie zur grösseren Anzahl im Kot eingeschlossen, im Harn sind sie frei beweglich. Durch die Klärung des Kanalwassers in der Reinigungsanlage werden die an körperlichen Stoffen haftenden Typhusbazillen mit niedersinken, auch die in der Flüssigkeit frei sich bewegenden Bazillen werden durch den Klärvorgang, der überhaupt eine Verminderung der Keimzahl bedingt, grossenteils mit niedergerissen werden. Die Wirkung der Hausdesinfektion und des Klärvorganges ist keine vollständige, aber auch in ihrem Masse nicht zu unterschätzen. Es ist das Mögliche, was hierin erreicht werden kann. Diejenigen Typhusbazillen, welche trotzdem zum Rhein gelangen, sind freischwimmende und unterliegen deshalb umsomehr schädigenden Einflüssen. Da sie nicht an Kotpartikeln haften, welche für sie gewissermassen Ernährungszentren darstellen, so werden die Bedingungen für ihre normale Entwickelung durch das Flusswasser plötzlich geändert und ungünstig gestaltet; die schädigende Wirkung des Lichtes wird sich bei den entblössten Typhusbazillen umso stärker entfalten. Es liegen noch keine Versuche vor, wie lange sich Typhusbazillen im freien Flusswasser lebensfähig halten, aber die Er-

fahrung spricht mehr dafür, dass dies nur eine kurze Zeit ist. Wenn dies nicht der Fall wäre, so müsste man erwarten, dass dort, wo Menschen fortdauernd mit dem Flusswasser in Berührung kommen (Schiffsbevölkerung), auch die Typhuserkrankungen reihenweise auftreten, dagegen werden immer nur vereinzelte Fälle beobachtet. Diese sind weit mehr darauf zurückzuführen, dass Wasser an einer Stelle des Flusses getrunken wird, an welcher kurz vorher ein Typhuskranker seine Dejektion abgesetzt hat, als auf den fast gleichmässigen Zutritt solcher Bazillen durch städtische Abwässer.

Immerhin muss man bestrebt sein, die Gefahr der Infektionsmöglichkeit noch durch weitere Massnahmen zu verringern. Wird das Flusswasser in verhältnismässig kurzen Abständen unterhalb der Einleitungsstelle städtischer Abwässer zu Trinkzwecken benutzt, so wird man die Einleitung überhaupt verbieten, auch wenn die Fäkalien ausgeschaltet sind. Denn mit dem Waschwasser und dem Harn, der häufig statt in die Abortgrube in den Kanal ausgegossen wird, gelangen Typhusbazillen zum Fluss. Bei Mainz wird das Rheinwasser unterhalb der Stadt von keiner Ortschaft zur Versorgung entnommen. Die Zahl der beim Waschen am Flussufer möglichen Ansteckungen ist so gering, dass sie ein Einleitungsverbot der städtischen Abwässer nicht rechtfertigen würde. Unter den in Mainz 1892 bis 1901 aufgetretenen Typhuserkrankungen ist keine Wäscherin verzeichnet. Mehr gefährdet ist dagegen die Schiffsbevölkerung; unter den in diesem Zeitraum gemeldeten 230 Personen befinden sich 21 (9%), welche sich auf Schiffen oder Flössen infiziert hatten. Dies ist wohl zum Teil auf die Unsitte dieser Berufsklasse zurückzuführen, das Flusswasser zu trinken. Es ist daher an den Landungsplätzen für bequeme Entnahmestellen guten Trinkwassers zu sorgen, damit die Schiffsbevölkerung diese benutzt.

Als besondere Vorsichtsmassregel muss empfohlen werden, Bedacht darauf zu nehmen, dass in Zeiten von Epidemien, deren Erreger durch das Wasser verschleppt werden, eine allgemeine Desinfektion der Abwässer erfolgen kann.

Zur Reinigung des Mainzer Kanalwassers einschliesslich der Fäkalien wird eine mechanische Klärung vor der Einleitung als ausreichend erachtet. Werden hierbei, wie auch bei den Notauslässen, die gröberen Schwimmstoffe abgefangen, so werden keine Unzuträglichkeiten entstehen. Die Einleitung des geklärten Abwassers wird, wie das Wiesbadener Beispiel gelehrt hat, das Flusswasser in seiner chemischen Beschaffenheit nur unwesentlich verändern; das Eintreten von lästigen Fäulniserscheinungen ist ausgeschlossen. Die Keimzahl im Flusswasser wird sich vorübergehend erhöhen, aber schon oberhalb Budenheim auf den natürlichen Stand abgefallen sein. Um die Gefahr der Typhusübertragung auf das tunlichste Mass einzuschränken, ist häusliche Desinfektion vorzuschreiben und für Entnahmestellen einwandsfreien Trinkwassers für die Schiffsbevölkerung zu sorgen. Die Einrichtung von Bade- und Waschgelegenheiten unterhalb der Einleitungsstelle des geklärten Abwassers und unterhalb der Mündungen der Notauslässe ist zu verbieten.

Unter solchen Bedingungen wird die Einleitung des Mainzer Kanalwassers einschliesslich der Fäkalien in den Rhein als zulässig erachtet.

Als Ort für die Errichtung der Kläranlage dürfte eine Stelle unterhalb Mombach zu wählen sein; dabei wäre Gelegenheit, die Kläranlage durch Abgabe von Abwasser aus ihrer Zuleitung an den Acker- und Gartenbau zu entlasten.

Zusammenfassung.

Die vorstehend mitgeteilten Untersuchungs-Ergebnisse und die daran geknüpften Erörterungen lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Die Einleitung des gegenwärtigen Mainzer Kanalwassers, bestehend aus dem gesamten Haushaltungsabwasser, aus dem Abwasser aus Fabriken, dem Schlachthof und der Armeekonservenfabrik und aus dem Strassenreinigungs- und Niederschlagswasser bedingt eine so geringe Veränderung der physikalischen und chemischen Beschaffenheit des Rheinwassers, dass dieselbe durch die üblichen Untersuchungsmethoden nur andeutungsweise, nämlich durch eine unwesentliche Verminderung des freien Sauerstoffs, erkennbar wird.

2. Durch dieses Kanalwasser wird vorübergehend eine Vermehrung der Keimzahl im Rheinwasser hervorgerufen, welche nach kurzem Lauf wieder verschwindet.

3. Werden zu dem jetzigen Kanalwasser von Mainz die Fäkalien zugegeben, so wird nach der angestellten Berechnung die Vermehrung des Trockenrückstandes im Rheinwasser unwesentlich sein, auch unter der Annahme einer bedeutenden Vermehrung der Einwohnerzahl der Stadt und einer Verteilung des städtischen Abwassers auf nur ein Drittel des linken Rheinarmes bei Mainz.

4. Die Zulässigkeit der Einleitung der Mainzer Abwässer nach voraufgegangener Klärung wird durch die Untersuchungen über den Einfluss der Wiesbadener geklärten Abwässer auf den Rhein unterstützt.

Die Einleitung des geklärten Wiesbadener Abwassers verursacht nur unbedeutende Veränderungen der physikalischen und chemischen Beschaffenheit des Rheinwassers.

Die hierdurch bedingte Erhöhung der Keimzahl im Rheinwasser sinkt nach kurzem Lauf auf die normale Grenze zurück.

5. Die Einleitung des Mainzer Kanalwassers einschliesslich der Fäkalien wird für zulässig erachtet unter folgenden Bedingungen:

a) Das gesamte städtische Abwasser ist von Schwimm- und Sinkstoffen bis zur Grösse von 3—2 mm Durchmesser durch eine mechanische Kläranlage zu befreien.

b) Die Einleitung des geklärten Abwassers soll so geschehen, dass möglichst rasch eine Vermischung mit dem Flusswasser erfolgt.

c) Die Notauslässe sind mit Vorrichtungen zur Zurückhaltung der gröberen Schwimmstoffe zu versehen.

d) Dicht unterhalb der Einleitungsstelle des geklärten Abwassers und unterhalb der Mündungen der Notauslässe ist die Errichtung von Wasch- und Badeanstalten und Schiffsliegeplätzen in der Regel zu verbieten.

e) Bei Typhus ist neben der Anzeigepflicht ein häuslicher Desinfektionszwang polizeilich anzuordnen.

f) Es sind Vorkehrungen zu treffen, dass in Zeiten von Epidemien, deren Erreger durch das Wasser verschleppt werden, eine allgemeine Desinfektion der Abwässer erfolgen kann.

g) Es ist dafür zu sorgen, dass der Schiffsbevölkerung an den Anlegestellen und Liegeplätzen einwandfreies Trinkwasser leicht zugänglich ist.

Ergebnisse der Untersuchungen am 3. November 1900. Pegelstand

Temperatur der Luft C°	Temperatur des Wassers C°	Entfernung der Entnahmestelle vom linken Ufer m	Vereinigte Hauptprobe aus den Proben von	1 Liter Wasser: Suspendierte Stoffe: Gesamt	anorganisch	organisch	Trockenrückstand	Glührückstand	Glühverlust
									Profil I bei
8,7	10,6	—	Oberfläche	—	—	—	—	—	—
		50, 100, 150	mittlere Tiefe	24,08	11,94	12,14	232,2	189,6	42,6
			Grund	30,18	14,80	15,38	243,8	228,6	15,2
	10,6	—	Mittel für die **linke** Flussseite	**27,13**	**13,06**	**13,76**	**238,0**	**209,1**	**28,9**
			Oberfläche	27,80	13,64	14,16	226,2	189,4	36,8
		200, 250, 300	mittlere Tiefe	29,02	—	—	215,8	187,0	25,8
			Grund	31,86	17,36	14,50	246,2	200,8	45,4
	10,6	—	Mittel für die **rechte** Flussseite	**29,56**	**15,50**	**14,33**	**229,4**	**192,4**	**36,0**
									Profil des Mains
9,8	—	—	Oberfläche	—	—	—	288,6	234,0	54,6
			mittlere Tiefe	—	—	—	297,0	251,4	45,6
			Grund	—	—	—	288,0	251,8	36,2
			Mittel aus der **Mitte** des des Flusses	—	—	—	**291,2**	**245,7**	**45,5**
									Profil II bei
9,8	10,9	—	Oberfläche	29,70	14,66	15,04	226,6	185,4	41,2
		50, 100, 150	mittlere Tiefe	28,34	13,16	15,18	239,6	195,6	44,0
			Grund	29,28	13,68	15,70	229,4	196,2	33,2
	10,9	—	Mittel für die **linke** Flussseite	**29,11**	**13,83**	**15,30**	**231,9**	**192,4**	**39,5**
			Oberfläche	30,28	—	—	244,8	217,2	27,6
		200, 250, 300	mittlere Tiefe	33,74	14,98	18,76	262,2	204,6	57,6
			Grund	30,34	14,48	15,86	247,2	204,8	42,4
	10,6	—	Mittel aus der **Mitte** des Flusses	**31,45**	**14,73**	**17,31**	**251,4**	**208,9**	**42,5**
			Oberfläche	61,28	28,12	38,16	322,0	285,6	36,4
		350, 400	mittlere Tiefe	71,14	35,31	35,83	289,4	221,2	68,2
			Grund	61,98	29,23	32,75	295,4	245,8	49,6
	10,0	—	Mittel für die **rechte** Flussseite	**64,80**	**30,89**	**35,58**	**302,3**	**250,9**	**51,4**
									Profil III bei Linker
10,0	11,25	—	Oberfläche	35,62	17,40	18,22	236,2	197,8	38,4
		50, 100	mittlere Tiefe	32,56	16,08	16,48	233,8	187,6	46,2
			Grund	34,22	16,48	17,74	231,4	194,2	37,2
	11,2	—	Mittel für die **linke** Seite des Flussarmes	**34,13**	**16,65**	**17,48**	**233,8**	**193,2**	**40,6**
			Oberfläche	31,30	14,42	16,88	236,2	198,2	38,0
		150, 200, 250	mittlere Tiefe	31,84	14,60	17,24	239,2	199,2	40,0
			Grund	31,36	15,14	16,22	235,2	195,6	39,6
	11,2	—	Mittel für die **rechte** Seite des Flussarmes	**31,50**	**14,72**	**16,78**	**236,9**	**197,6**	**39,2**

Anlage 1.

des Rheins in Mainz 0,54 m, des Mains in Kostheim 0,22 m.

enthielt Milligramme								1 ccm Wasser enthielt Keime		
Oxydierbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Ammoniak	Salpetrige Säure	Salpetersäure	Chlor	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Entfernung der Entnahmestelle vom linken Ufer m	an der Oberfläche	am Grunde
Station 88.										
—	—	—	—	—	—	—	—	50	25 980	21 050
3,16	0	0	sehr schwache Spur	13,12	34,68	80,5	18,3	100	26 920	37 660
2,51	0	0	desgl.	13,12	36,74	79.5	14,3	150	19 090	18 370
2,84	**0**	**0**	—	**13,12**	**35,71**	**80,0**	**16,3**	—	**23 996**	**25 693**
3,31	0	0	sehr schwache Spur	13,12	38,45	77,5	15,9	200	15 000	23 530
3,47	0	0	schwache Spur	13,12	37,52	85,7	14,7	250	15 610	15 310
3,55	0	0	kaum merkliche Spur	13,12	37,30	86,5	11,8	300	16 230	14 090
3,44	**0**	**0**	—	**13,12**	**37,76**	**83,2**	**13,1**	—	**15 613**	**17 643**
bei Kostheim.										
6,45	ganz schwache Spur	0	deutlicher Nachweis	23,96	45,40	76,4	21,6	—	—	—
6,45	desgl.	0	desgl.	23,96	49,20	80,0	23,0	Mitte des Flusses	83 450	83 195
7,55	desgl.	0	desgl.	23,96	47,40	76,4	21,6	—	—	—
6,82	desgl.	**0**	desgl.	**23,96**	**47,30**	**77,6**	**22,0**	—	**83 450**	**83 195**
Station 94.										
2,77	0	0	Spuren	13,12	37,76	84,7	12,1	50	24 500	30 310
2,84	0	0	desgl.	13,12	38,90	85,0	12,1	100	24 760	32 090
2,51	0	0	deutlicher Nachweis	13,12	41,09	86,2	12,1	150	21 440	18 370
2,71	**0**	**0**	—	**13,12**	**39,25**	**85,3**	**12,1**	—	**23 567**	**26 923**
2,97	0	0	kaum nachweisbar	14,20	38,23	83,0	12,5	200	23 220	27 820
2,00	0	0	Spur	13,12	38,23	83,5	11,9	250	28 840	36 800
2,84	0	0	deutliche Spur	14,20	48,41	83,5	13,2	300	21 690	24 240
2,60	**0**	**0**	—	**13,84**	**41,62**	**83,3**	**12,5**	—	**24 583**	**29 620**
7,06	0	0	deutlicher Nachweis	23,07	38,58	84,2	14,9	—	—	—
3,74	0	0	desgl.	17,75	48,95	82,0	13,9	350	79 320	79 880
6,96	0	0	desgl.	23,07	47,81	80,2	15,1	400	84 220	90 340
5,92	**0**	**0**	—	**21,30**	**45,11**	**82,1**	**14,6**	—	**81 770**	**85 110**
Station 100. Flussarm.										
2,45	0	0	deutliche Spur	13,12	34,57	86,7	12,3	50	20 820	19 900
3,03	0	0	desgl.	13,12	32,72	80,5	14,4	100	19 900	17 450
2,90	0	0	Spur	13,12	44,05	82,0	14,1	—	—	—
2,80	**0**	**0**	—	**13,12**	**37,11**	**83,1**	**13,6**	—	**20 360**	**18 675**
3,80	0	0	deutliche Spur	13,12	35,12	84,7	12,2	150	15 610	17 150
3,47	0	0	desgl.	13,12	34,09	87,0	12,1	200	15 310	22 960
2,90	0	0	Spur	13,12	43,26	82,5	14,4	250	23 880	17 760
3,39	**0**	**0**	—	**13,12**	**37,49**	**84,7**	**12,9**	—	**18 266**	**19 290**

Temperatur der Luft C°	Temperatur des Wassers C°	Entfernung der Entnahmestelle vom linken Ufer m	Vereinigte Hauptprobe aus den Proben von	1 Liter Wasser — Suspendierte Stoffe: Gesamt	anorganisch	organisch	Trockenrückstand	Glührückstand	Glühverlust
									Rechter
			Oberfläche	50,50	23,02	27,48	267,6	230,8	36,8
		50, 100 vom linken Ufer des rechten Armes	mittlere Tiefe	—	—	—	—	—	—
			Grund	52,08	25,12	26,96	256,6	213,0	43,6
	10,0	—	Mittel für die **Mitte** des Flussarmes	**51,29**	**24,07**	**27,22**	**262,1**	**221,9**	**40,2**
									Profil IV bei
10,0	10,6	—	Oberfläche	30,68	13,66	17,02	226,0	187,8	38,2
		50, 100, 150	mittlere Tiefe	35,32	15,66	19,66	236,0	197,8	38,2
			Grund	59,44	28,02	31,42	236,0	197,8	38,2
	10,6	—	Mittel für die **linke** Flussseite	**41,81**	**19,11**	**22,70**	**232,7**	**194,5**	**38,2**
			Oberfläche	32,24	14,82	17,42	240,2	139,6	40,6
		200, 250, 300	mittlere Tiefe	32,58	15,72	16,68	239,6	198,4	41,2
			Grund	59,14	28,49	30,65	244,4	204,6	39,8
			Mittel aus der **Mitte** des Flusses	**41,32**	**19,68**	**21,60**	**241,4**	**180,9**	**40,5**
			Oberfläche	53,46	26,03	27,43	282,0	218,8	63,2
		350, 400	mittlere Tiefe	—	—	—	—	—	—
			Grund	61,28	28,62	32,66	286,2	226,7	59,5
			Mittel für die **rechte** Flussseite	**57,37**	**27,33**	**30,05**	**284,1**	**222,8**	**61,3**

Ergebnisse der Untersuchungen am 5. März 1901. Pegelstand

Temperatur der Luft C°	Temperatur des Wassers C°	Entnahmestellen	1 Liter Wasser ent- — Suspendierte Stoffe: Gesamt	anorganisch	organisch	Trockenrückstand	Glührückstand	Glühverlust	Oxydierbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Ammoniak
										Profil I bei
4,25	5,5	Links	96,3	81,0	15,3	194,5	156,5	38,0	4,44	0
4,50	5,5	Mitte	94,6	80,4	14,2	207,0	159,0	48,0	5,31	0
4,50	5,5	Rechts	98,8	81,9	16,9	195,0	138,0	57,0	5,15	0
										Profil des Mains
5,0	3,0	Links	321,8	291,7	30,1	195,0	136,0	59,0	5,25	minimale Spuren
5,0	3,0	Mitte	319,4	288,1	31,3	190,0	132,0	58,0	5,31	desgl.
5,0	3,0	Rechts	316,4	281,2	35,2	167,0	145,0	42,0	5,50	desgl.
										Profil II bei
5,0	5,6	Links	197,3	183,0	14,3	210,5	143,5	67,0	5,00	0
5,0	5,3	Mitte	195,9	181,7	14,2	217,5	142,5	75,0	4,56	0
5,0	3,0	Rechts	194,3	178,6	15,7	187,0	126,5	60,5	4,44	0

enthielt Milligramme								1 ccm Wasser enthielt Keime		
Oxydierbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Ammoniak	Salpetrige Säure	Salpetersäure	Chlor	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Entfernung der Entnahmestelle vom linken Ufer m	an der Oberfläche	am Grunde
Flussarm.										
5,08	0	0	deutlicher Nachweis	20,41	45,08	81,7	16,0	50	34 900	33 680
—	—	—	—	—	—	—	—	100 vom linken Ufer des rechten Arms	56 950	60 600
5,22	0	0	deutlicher Nachweis	20,41	46,0	79,2	15,7	—	—	—
5,18	**0**	**0**	—	**20,41**	**45,5**	**80,4**	**15,9**	—	**45 925**	**47 140**
Station 110.										
4,06	0	0	schwache Spur	13,12	46,83	87,2	14,4	50	40 830	—
3,22	0	0	sehr schwache Spur	14,20	46,07	85,5	14,3	100	26 800	25 780
3,55	0	0	Spur	14,20	45,87	85,0	14,7	150	25 010	23 220
3,61	**0**	**0**	—	**13,84**	**46,26**	**85,9**	**14,5**	—	**30 880**	**24 500**
3,68	0	0	schwache Spur	14,20	46,21	84,0	14,4	200	16 840	19 910
6,13	0	0	sehr schwache Spur	13,12	47,38	86,2	14,9	250	17 100	24 750
4,84	0	0	Spur	15,08	46,42	85,5	17,4	300	26 320	26 030
4,88	**0**	**0**	—	**14,13**	**46,67**	**85,2**	**15,6**	—	**20 086**	**23 563**
5,48	0	0	deutlicher Nachweis	23,96	47,38	86,0	17,4	350	43 890	44 660
—	—	—	—	—	—	—	—	400	72 730	72 990
5,87	0	0	deutliche Spuren	23,96	47,93	86,0	17,7	—	—	—
5,67	**0**	**0**	—	**23,96**	**47,66**	**86,0**	**17,5**	—	**58 310**	**58 825**

des Rheins in Mainz 2,61 m, des Mains in Kostheim 2,89 m.

Anlage 2.

hielt Milligramme						1 ccm Wasser enthielt Keime		Bemerkung
Salpetrige Säure	Salpetersäure	Chlor	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	an der Oberfläche	am Grunde	
Station 88.								
0	viel (Intensive Blaufärbung)	10,65	23,94	53,0	13,0	68 889	80 635	—
0	desgl.	8,88	19,15	52,5	13,4	73 174	116 791	—
0	desgl.	10,65	22,91	51,5	13,7	80 491	60 978	—
bei Kostheim.								
0	desgl.	8,88	31,97	48,5	13,6	103 017	—	—
0	desgl.	10,65	30,26	44,5	13,4	69 176	87 808	—
0	desgl.	10,65	27,19	47,0	13,7	63 417	89 817	—
Station 94.								
0	desgl.	8,88	20,86	51,0	14,1	48 639	42 615	—
0	desgl.	8,88	17,78	50,5	14,5	61 552	57 965	—
0	desgl.	10,65	18,98	51,5	14,3	55 669	77 622	—

Temperatur der Luft C°	Temperatur des Wassers C°	Entnahmestellen	1 Liter Wasser ent-							
			Suspendierte Stoffe			Trockenrückstand	Glührückstand	Glühverlust	Oxydierbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Ammoniak
			Gesamt	anorganisch	organisch					
										Profil III bei
										Linker
5,2	5,7	Links	190,8	174,1	16,7	185,5	123,5	62,0	4,19	0
6,0	5,25	Mitte	192,9	177,5	15,4	194,5	126,5	68,0	3,81	0
6,0	3,7	Rechts	193,4	177,6	15,8	191,0	130,5	60,5	4,37	0
										Rechter
6,0	3,4	Links	228,6	203,8	24,8	201,0	126,0	75,0	4,94	0
6,0	3,75	Rechts	262,5	238,1	24,4	184,0	118,0	66,0	4,50	0
										Salz-
—	—	Mitte	141,8	92,6	49,2	750,0	626,5	124,0	9,94	deutlicher Nachweis
										Profil IIIa
6,0	3,0	Mitte	228,3	191,6	37,6	190,0	131,0	59,0	4,69	0
6,0	3,3	Rechts	282,6	252,0	30,6	195,0	127,5	67,5	4,94	minimale Spur
										Profil
										Linker
6,0	5,6	Links	117,9	95,5	22,4	243,0	165,0	78,0	3,81	0
6,0	5,6	Rechts	120,3	96,4	23,9	236,5	150,5	86,0	3,62	0
										Rechter
6,0	3,3	Links	118,5	92,6	25,9	327,5	235,5	92,0	3,75	0
6,0	5,5	Rechts	124,9	102,3	22,6	270,0	189,0	81,0	3,87	0
										Profil IV bei
6,0	5,6	Links	127,9	105,6	22,3	296,5	210,0	86,5	3,81	0
6,0	5,5	Mitte	129,4	104,3	25,1	234,5	157,0	77,5	3,87	0
6,0	3,5	Rechts	131,4	109,7	21,7	279,0	121,0	57,5	4,19	0

Ergebnisse der Untersuchungen am 2. September 1901. Pegelstand

Temperatur der Luft C°	Temperatur des Wassers C°	Entnahmestellen	1 Liter Wasser ent-							
			Suspendierte Stoffe			Trockenrückstand	Glührückstand	Glühverlust	Oxydierbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Ammoniak
			Gesamt	anorganisch	organisch					
										Profil I bei
13,0	16,75	Links	30,3	27,3	3,0	195,0	147,0	48,0	2,06	0
13,0	16,75	Mitte	32,2	27,0	5,2	204,0	138,0	66,0	1,90	0
13,5	16,75	Rechts	30,8	25,3	5,5	201,0	132,0	69,0	1,50	0

hielt Milligramme						1 ccm Wasser enthielt Keime		
Salpetrige Säure	Salpetersäure	Chlor	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	an der Oberfläche	am Grund	Bemerkung
Station 100.								
Flussarm.								
0	viel (intensive Blaufärbung)	10,65	18,97	50,5	12,8	40 604	44 048	—
0	desgl.	10,65	18,13	50,0	12,5	71 312	41 178	—
0	desgl.	8,88	18,47	49,5	12,3	53 814	57 964	—
Flussarm.								
0	desgl.	10,63	23,69	48,5	13,6	54 370	76 330	—
0	desgl.	10,65	24,11	47,5	13,7	54 522	64 278	—
bach.								
deutlicher Nachweis	desgl.	198,8	30,10	86,5	11,6	—	—	—
rechter Flussarm.								
0	desgl.	10,65	21,20	57,0	12,5	40 890	68 726	—
0	desgl.	15,97	18,27	84,5	12,7	30 416	60 690	—
IVa.								
Flussarm.								
0	desgl.	8,88	14,36	50,5	12,8	54 522	49 212	—
0	desgl.	8,88	17,44	50,0	13,4	31 422	35 296	—
Flussarm.								
0	desgl.	10,65	19,84	49,5	12,1	58 826	66 860	—
0	desgl.	10,65	20,69	49,0	11,8	44 764	53 374	—
Station 110.								
0	desgl.	8,88	17,95	50,5	13,0	52 512	58 252	—
0	desgl.	10,65	18,64	50,0	13,4	42 330	115 356	—
0	desgl.	10,65	19,49	49,0	13,6	50 644	63 130	—

Anlage 3.

des Rheins in Mainz 1,46 m, des Mains in Kostheim 1,12 m.

hielt Milligramme						1 ccm Wasser enthielt Keime		
Salpetrige Säure	Salpetersäure	Chlor	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	an der Oberfläche	am Grund	Bemerkung
Station 88.								
0	0	8,8	24,7	—	14,1	11 995	12 250	—
0	0	8,8	29,4	81,7	12,6	15 312	11 995	—
0	0	8,8	22,0	76,7	13,2	15 312	13 781	—

Temperatur der Luft C°	Temperatur des Wassers C°	Entnahmestellen	1 Liter Wasser ent-							
			Suspendierte Stoffe			Trockenrückstand	Glührückstand	Glühverlust	Oxydierbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Ammoniak
			Gesamt	anorganisch	organisch					
Profil des Mains										
14,5	16,25	Links	24,6	19,7	4,3	379,0	262,0	117,0	8,08	0
15,5	16,25	Rechts	17,1	9,5	7,6	378,0	263,4	114,6	8,39	0
Profil II bei										
15,0	16,75	Links	32,6	29,2	3,4	191,0	128,0	63,0	1,26	0
14,5	16,75	Mitte	34,1	29,5	4,6	206,0	145,0	61,0	1,26	0
15,0	16,25	Rechts	18,2	15,4	2,8	377,6	229,0	148,6	6,49	0
Profil III bei										
Linker										
15,5	16,75	Links	31,5	26,8	4,7	203,6	141,6	62,0	1,82	0
16,0	16,75	Mitte	29,6	28,3	1,3	200,0	138,6	61,4	1,66	0
16,0	16,75	Rechts	30,7	28,8	1,9	189,0	159,4	29,6	1,66	0
Rechter										
16,0	16,75	Links	31,1	28,0	3,1	204,0	139,4	64,6	1,82	0
16,25	16,75	Rechts	22,8	18,9	3,9	271,0	203,0	68,0	4,27	0
Salz-										
—	—	Mitte	161,6	129,6	32,0	2729,0	2290,0	439,0	25,01	viel
Profil IIIa										
16,25	17,0	Mitte	26,9	23,9	3,0	214,0	135,0	79,0	1,98	0
18,0	17,25	Rechts	23,0	20,4	2,6	300,0	231,6	68,4	5,54	0
Profil										
Linker										
18,0	17,0	Links	32,4	29,5	2,9	207,0	129,0	78,0	1,90	0
17,5	17,0	Rechts	29,3	27,3	2,0	222,0	132,0	90,0	1,34	0
Rechter										
18,5	17,0	Links	32,0	29,4	2,6	225,0	124,0	101,0	1,42	0
17,25	16,75	Rechts	18,4	16,9	1,5	312,0	—	—	4,20	0
Profil IV bei										
18,0	17,0	Links	31,5	27,6	3,9	212,0	131,0	81,0	2,69	0
18,0	17,0	Mitte	30,8	27,9	2,9	214,0	125,0	89,0	1,90	0
18,0	17,0	Rechts	28,6	27,4	1,2	237,0	134,0	103,0	2,61	0

hielt Milligramme						1 ccm Wasser enthielt Keime		Bemerkung
Salpetrige Säure	Salpetersäure	Chlor	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	an der Oberfläche	am Grund	
bei Kostheim.								
0	Spuren	39,0	58,8	132,6	32,9	—	24 755	—
0	desgl.	39,0	62,5	104,3	26,7	25 755	23 223	—
Station 94.								
0	0	10,6	22,7	78,3	14,2	16 843	13 526	—
0	0	10,6	21,8	69,9	12,3	17 864	16 078	—
0	Spuren	30,1	49,9	91,5	25,2	20 416	23 223	—
Station 100.								
Flussarm.								
0	0	7,1	15,9	81,6	14,3	25 010	35 728	—
0	0	7,1	16,1	79,9	11,0	12 505	10 463	—
0	0	7,1	29,4	73,2	10,5	10 463	10 208	—
Flussarm.								
0	0	7,1	29,4	72,6	13,8	11 229	24 499	—
0	Spuren	14,2	41,8	82,5	14,4	11 740	22 202	—
bach.								
0	0	1324,1	28,6	195,8	41,1	Zahllose Kolonien		—
rechter Flussarm.								
0	0	7,1	29,3	73,3	14,0	13 015	13 781	—
0	Spuren	24,8	45,1	86,6	16,1	39 556	—	Nahe am Ufer zahllose Kolonien.
IVa.								
Flussarm.								
0	0	8,8	23,5	75,9	14,4	22 713	23 989	—
0	0	10,6	27,4	74,3	13,2	11 229	13 270	—
Flussarm.								
0	0	10,6	23,7	67,3	17,4	12 250	11 229	—
0	Spuren	21,2	32,3	87,5	18,6	20 926	23 223	—
Station 110.								
0	0	10,6	22,6	103,2	11,9	17 864	20 926	—
0	0	8,8	25,7	79,9	12,6	11 995	11 229	—
0	0	10,6	29,4	99,9	13,7	17 864	17 099	—

Die Beschaffenheit der Mainzer

Zeit der Entnahme	Ort der Entnahme	Mittel	Trockenrückstand	Glührückstand	Glühverlust	Suspendierte Stoffe im ganzen	Suspendierte Stoffe Glührückstand	Suspendierte Stoffe Glühverlust	Chlor
11. Januar 1901:									
6 Uhr morgens	Raimunditor		924,0	467,0	457,0	65,4	18,8	46,6	60,3
11 „ vormittags	desgl.		1166,0	556,0	610,0	609,5	231,1	378.4	220,0
5 „ nachmittags	desgl.		1384.5	536,0	848,5	570,6	150,7	419,9	195,8
		Raimunditor	1158,2	519,7	638,5	415,2	133,5	281,6	158,5
		Raimundi- und Rheintor	**1241,67**	**528,1**	**696,9**	**426,46**	**126,15**	**300,14**	**188,4**
25. Januar 1901:									
10 Uhr vormittags	Raimunditor		1170,5	518,5	652,0	517,7	197,2	320,5	181,2
2 „ nachmittags	desgl.		1088,0	584,0	504,0	586,3	225,9	360,4	198,8
8 „ abends	desgl.		1061,5	569,0	492,5	415,9	152,3	263,6	195,25
		Raimunditor	1106,7	557,2	549,5	506,6	191,8	314,8	191,75
		Raimundi- und Rheintor	**1184,25**	**537,1**	**647,25**	**471,47**	**181,23**	**290,23**	**226,62**
5. Juni 1901:									
11 Uhr vormittags	Raimunditor		1261,5	788,5	473,0	274,0	94,0	180,0	113,6
3 „ nachmittags	desgl.		3575,0	1017,5	2557,5	1169,8	235,2	934,6	120,7
6 „ abends	desgl.		1729,5	943,0	786,5	313,0	181,2	131,8	124,3
		Raimunditor	2188,7	916,3	1272,3	585,6	170,1	415,5	119,5
		Raimundi- und Rheintor	**1983,67**	**1128,25**	**855,42**	**553,68**	**267,33**	**286,3**	**154,22**
5. Juni 1901: stündlich entnommen	Raimunditor	Durchschnittsprobe	1225,5	911,0	314,5	335,8	130,0	205,8	117,2
		Durchschnittsprobe Raimundi- und Rheintor	**1300,25**	**986,75**	**818,5**	**320,9**	**163,3**	**157,6**	**158,0**
29. Oktober 1901: 12 Uhr mittags	**Raimunditor**		**1523,5**	**768,5**	**755,0**	**731,0**	**316,0**	**415,0**	**198,8**
		Raimundi- und Rheintor	**1969,25**	**1174,25**	**795,0**	**718,0**	**375,5**	**337,5**	**234.3**
29. Oktober 1901: stündlich entnommen	**Raimunditor**	**Durchschnittsprobe**	**1740,0**	**801,5**	**938,5**	**805,0**	**409,1**	**396,0**	**191,7**
		Raimundi- und Rheintor	**1685,0**	**890,5**	**785,5**	**606,25**	**337,0**	**269,25**	**202,35**
	Mittel aller stündlichen Durchschnittsproben		1492,6	943,1	549,5	463,6	250,2	213,4	180,2
	Mittel aller anderen Proben (Stichproben)		1514,8	775,4	739,4	506,7	210,0	296,7	194,2

Anlage 4.

Kanalwässer (mg im Liter).

Stickstoff			Ort der Entnahme	Trockenrückstand	Glührückstand	Glühverlust	Suspendierte Stoffe			Chlor	Stickstoff		
im ganzen	gelöst	ungelöst					im ganzen	Glührückstand	Glühverlust		im ganzen	gelöst	ungelöst
26,35	23,80	2,55	Rheintor	1106,0	432,5	673,5	69,15	8,42	60,73	110,0	12,75	9,35	3,40
76,50	58,65	17,85	desgl.	1128,5	482,5	646,0	602,8	188,6	414,2	181,0	71,40	55,25	16,15
92,65	64,60	28,05	desgl.	1741,0	694.5	1046,5	641,3	160,3	481,0	363,9	95,20	78,20	17,00
65,17	49,02	16,15	Rheintor	1325,2	536,5	755,3	437,75	118,77	318,64	218,3	59,78	47,60	12,18
62,47	48,81	14,17											
79,1	56,0	23,1	Rheintor	1367,0	534,0	833,0	482,3	191,8	290,5	252,0	66,5	56,7	9,8
72,1	56,7	15,4	desgl.	1031,0	471,0	560,0	401,4	161,3	240,1	280,45	73,5	56,7	16,8
47,6	25,9	21,7	desgl.	1388,5	546,0	842,0	425,2	158,9	266,3	252,0	72,4	49,7	22,7
66,3	46,2	20,1	Rheintor	1262,2	517,0	745,0	436,3	170,7	265,6	261,48	70,8	54,4	16,4
68,53	50,28	18,25											
43,4	25,9	17,5	Rheintor	1457,0	1074,0	383,0	345,4	212,4	133,0	161,9	35,0	18,9	16,1
47,7	18,2	29,5	desgl.	2260,0	1705,0	555,0	704,2	528,2	176,0	266,3	52,5	27,8	24,7
42,0	18,9	23,1	desgl.	1619,0	1241,5	377,5	515,4	353,0	162,4	138,5	28,7	14,0	14,7
44,4	21,0	23,4	Rheintor	1778,7	1340,2	438,5	521,7	364,5	157,1	188,9	38,7	20,2	18,5
39,88	20,62	20,93											
33,6	18,0	15,6	Rheintor	1375,0	1062,5	312,5	306,0	196,6	109,4	198,8	34,3	21,0	13,3
33,95	19,5	14,45											
61,6	37,8	23,8	Rheintor	2415,0	1580,0	835,0	695,0	435,0	260,0	269,8	88,9	35,70	53,2
75,2	36,75	38,5											
53,2	29,4	23,8	Rheintor	1630,0	997,5	632,5	407,5	265,0	142,5	213,0	56,0	37,1	18,9
54,6	33,25	21,35											
44,3	26,4	17,9											
59,8	39,9	19,9											

Sauerstoff- und Keim-

Profil	Linker Fluss-Teil						Mittlerer								
		Sauerstoff mg im l			Keime im ccm		Linker Arm, rechte Seite						Mitte		
	Temperatur des Wassers C°	Sättigungswert nach Winkler	ermittelt	Sättigungsdefizit	oben unten	im Mittel	Temperatur des Wassers C°	Sauerstoff mg im l: Sättigungswert nach Winkler	ermittelt	Sättigungsdefizit	Keime im ccm: oben unten	im Mittel	Temperatur des Wassers C°	Sauerst. mg: Sättigungswert nach Winkler	ermittelt
Am 1. Februar 1901. — Pegelstand															
II	2,0	13,82	9,51	4,31	17 719 15 496	16 608							1,5	14,08	8,56
III	2,0	13,82	8,98	4,84	29 477 41 395	35 436	2,0	13,82	8,69	5,13	27 261 21 665	24 463			
IIIa															
IVa	2,0	13,82	8,40	5,42	17 863 19 226	18,545	2,0	13,82	8,03	4,35	16 069 15 137	15 603			
IV	3,0	13,45	8,48	4,95	15 577 14 887	15 232							1,5	14,08	8,51
Am 5. Februar 1901. — Pegelstand															
II	2,0	13,63	12,17	1,46	verflüssigt desgl.	—							2,0	13,63	11,93
III	2,0	13,63	12,78	0,85	12 267 13 559	12 913	2,0	13,63	12,17	1,46	6674 9111	7893			
IIIa															
IVa	2,5	13,45	11,96	1,49	8 752 6 098	7 425	2,5	13,45	12,41	1,04	8465 7174	7820			
IV	2,5	13,45	8,82	4,63	14 347 10 097	12 222							2,0	13,63	5,50
Am 6. März 1901. — Pegelstand															
II	5,5	12,43	11,08	1,35	122 670								5,0	12,59	10,88
III	5,5	12,43	11,72	0,71	140 620		4,25	12,84	11,70	1,14	167 870				
IIIa															
IVa	5,25	12,51	8,29	4,22	389 320		5,25	12,51	8,45	4,06	99 720				
IV	5,25	12,51	10,95	1,56	149 930								5,25	12,51	10,79
Am 2. September 1901. — Pegelstand															
II	16,75	9,63	8,46	1,17	16 843 13 526	15 188							16,75	9,63	8,06
III	16,75	9,63	8,45	1,18	25 010 35 728	30 369	16,75	9,63	8,61	1,02	10 463 10 208	10 336			
IIIa															
IVa	17,0	9,58	8,08	1,50	22 713 23 989	23 351	17,0	9,58	9,02	0,56	11 229 13 270	12 250			
IV	17,0	9,58	8,52	1,06	17 864 20 926	19 395							17,0	9,58	8,88

Gehalt im Rheinwasser. **Anlage 5.**

Fluss-Teil des Flusses: Sättigungsdefizit im l	Fluss-Teil des Flusses: Keime im ccm oben / unten	Fluss-Teil des Flusses: Keime im ccm im Mittel	Rechter Arm, linke Seite: Temperatur des Wassers C°	Rechter Arm, linke Seite: Sauerstoff mg im l, Sättigungswert nach Winkler	Rechter Arm, linke Seite: Sauerstoff mg im l, ermittelt	Rechter Arm, linke Seite: Sauerstoff mg im l, Sättigungsdefizit	Rechter Arm, linke Seite: Keime im ccm oben / unten	Rechter Arm, linke Seite: Keime im ccm im Mittel	Rechter Fluss-Teil: Temperatur des Wassers C°	Rechter Fluss-Teil: Sauerstoff mg im l, Sättigungswert nach Winkler	Rechter Fluss-Teil: Sauerstoff mg im l, ermittelt	Rechter Fluss-Teil: Sauerstoff mg im l, Sättigungsdefizit	Rechter Fluss-Teil: Keime im ccm oben / unten	Rechter Fluss-Teil: Keime im ccm im Mittel
1,70 m. — Barometerstand 762 mm.														
5,52	15 782 / 19 082	17 432							0,5	14,40	9,06	5,34	30 560 / 24 821	27 691
			0,5	14,40	9,22	5,18	30 274 / verflüssigt	30 274	0,75	14,29	8,82	5,47	25 969 / verflüssigt	25 969
			0,5	14,40	8,45	5,95	desgl. / desgl.	—	0,75	14,29	8,56	5,73	26 041 / verflüssigt	26 041
			2,0	13,82	8,21	5,61	12 626 / —	12 626	0,5	14,40	8,80	5,60	80 848 / 33 506	32 177
5,57	23 817 / verflüssigt	23 817							0,5	14,40	8,93	5,47	verflüssigt / desgl.	—
0,81 m. — Barometerstand 752 mm.														
1,70	verflüssigt / desgl.	—							1,0	13,99	10,84	3,15	verflüssigt / desgl.	—
			1,5	13,83	12,76	1,07	17 074 / 21 165	19 120	1,25	13,92	13,08	0,84	12 339 / 18 436	15 388
			1,25	13,92	13,00	0,92	20 517 / 27 395	23 956	0,75	14,11	12,39	1,72	15 997 / 18 580	17 289
			2,5	13,45	12,70	0,75	9 182 / 9 756	9 469	1,5	13,83	12,94	0,89	19 226 / 17 791	18 509
8,12	16 787 / 15 926	16 356							1,0	14,01	9,41	4,60	31 278 / 24 319	27 799
1,46 m. — Barometerstand 752 mm.														
1,71	130 560								3,75	13,01	11,33	1,68	284 095	
			4,0	12,94	11,55	1,39	293 415		4,0	12,94	11,71	1,23	286 250	
			4,0	12,94	11,71	1,23	258 260		3,75	13,01	9,75	3,26	256 820	
			5,25	15,51	8,29	4,22	170 020		4,0	12,93	8,49	4,44	277 630	
1,72	189 580								4,0	12,93	10,52	2,41	144 960	
1,46 m. — Barometerstand 755 mm.														
1,57	17 864 / 16 078	16 971							16,25	9,73	7,90	1,83	20 416 / 23 223	21 820
			16,75	9,63	8,78	1,85	11 229 / 11 740	11 485	16,75	9,68	8,23	1,40	24 499 / 22 202	23 351
			17,0	9,58	8,72	0,86	13 015 / 13 781	13 398	17,25	9,53	7,52	2,01	39 556 / —	39 556
			17,0	9,58	8,08	1,50	12 250 / 11 229	11 740	16,75	9,68	8,63	1,00	20 926 / 23 223	22 075
0,70	11 995 / 11 229	11 612							17,0	9,58	8,48	1,10	17 864 / 17 099	17 482

Bakteriologische Untersuchungen

1 ccm enthielt

Tag der Untersuchung	Pegel in Mainz	Temperatur der Luft in C°	Temperatur des Wassers in C°	Profil II			Profil III				
							Linker Arm			Rechter Arm	
				Links	Mitte	Rechts	Links	Mitte	Rechts	Links	Rechts
1900											
14. XII.	1,95	7,5	5,0	22 383	17 504	23 961	16 725	7 891	15 997	18 984	
				18 652	16 500	19 656	8 465	14 347	18 508	15 654	
18. XII.	1,29			10 115	6 385	14 568	19 010	16 428	15 065	24 103	
				8 321	6 889	19 154	17 576	21 165	16 141	26 899	
1901											
1. II.	1,70	2,0	1,5	17 719	15 782	30 560	29 477	29 341	27 261	30 274	25 969
				15 496	19 082	24 821	41 395	verflüssigt (135 580)	21 665	verflüssigt (151 370)	verflüssigt (149 940)
5. II.	0,81	2,0	2,0	verflüssigt (131 280)	verflüssigt (124 060)	verflüssigt (152 800)	12 267	12 411	6 674	17 074	12 339
				verflüssigt (151 370)	verflüssigt (124 415)	verflüssigt (109 050)	13 559	6 313	9 111	21 165	18 436
11. VII.	1,91	23,0	19,5	13 990	17 935	26 905	48 780	15 070	12 915	15 785	19 730
				15 785	zahllose Kolonien (124 415)	31 565	38 025	15 785	15 425	17 580	15 785
18. VII.	1,51	27,0	21,0	9 325	26 545	17 580	37 310	10 760	16 145	11 840	27 265
				17 580	15 425	27 980	32 650	19 015	13 270	8 970	18 270
22. VII.	1,41	24,0	22,0	8 160	9 685	33 730	3 230	15 425	13 270	8 255	33 290
				10 040	13 990	34 955	7 175	16 145	11 120	8 610	30 490
25. VII.	1,28	23,0	22,0	10 405	11 480	35 165	5 380	11 480	10 405	9 325	21 880
				11 480	11 840	31 205	8 610	11 480	10 040	11 120	16 145
1. VIII.	1,27	22,0	20,5	16 860	18 295	18 990	17 580	22 600	17 580	19 780	14 710
				24 390	20 090	25 470	24 030	23 675	22 955	17 935	19 730
4. VIII.	1,58	22,0	19,5	19 015	10 040	11 120	11 840	11 480	9 325	8 255	14 710
				12 195	7 535	12 555	8 255	9 325	5 740	5 025	8 970
8. VIII.	2,30	23,0	19,0	9 320	8 610	16 860	—	5 740	8 945	1 435	27 980
				6 815	6 495	13 630	4 665	7 890	3 230	8 230	33 370
12. VIII.	1,86	22,0	21,0	9 325	15 070	25 830	16 860	11 120	9 325	14 350	31 565
				9 685	14 350	29 770	21 880	8 255	7 895	13 630	22 240
19. VIII.	1,97	25,0	18,5	9 685	18 655	5 380	16 145	15 785	11 480	16 860	20 090
				6 455	12 870	5 025	16 145	13 990	15 785	13 270	20 090
22. VIII.	1,78	22,0	19,0	21 520	30 850	26 545	58 110	30 130	20 805	16 145	46 990
				26 190	29 055	35 520	55 240	18 295	29 770	21 165	40 895
2. IX.				16 843	17 864	20 416	25 010	12 505	10 463	11 229	24 499
				13 526	16 078	23 223	35 728	10 463	10 208	11 740	22 202
12. IX.		20,0	18,0	35 520	33 730	50 220	84 295	48 780	32 290	27 980	43 045
				verflüssigt (151 870)	41 965	47 710	70 310	49 140	33 010	24 030	46 275
16. IX.		16,0	14,5	41 965	54 525	77 835	62 775	38 740	28 340	43 405	51 655
				51 655	50 220	81 065	67 795	34 450	34 090	45 200	53 090

Anlage 6.

des Rheinwassers.

Bakterien

Profil IIIa rechter Arm		Profil IVa				Profil IV		
50 m vom rechten Ufer	nahe am rechten Ufer	Linker Arm		Rechter Arm		Links	Mitte	Rechts
		Links	Rechts	Links	Rechts			
						14 979	21 952	10 460
						21 952	16 917	10 782
						11 765	9 541	20 661
						11 263	4 591	21 308
verflüssigt (137 750)	26 041	17 863	16 069	12 626	30 848	15 577	23 817	verflüssigt (130 570)
verflüssigt (121 960)	verflüssigt (278 380)	19 226	15 137	—	33 506	14 787	verflüssigt (84 295)	verflüssigt (125 550)
20 517	15 997	8 752	8 465	9 182	19 226	14 347	16 787	31 278
27 395	18 580	6 098	7 174	9 756	17 791	10 097	15 926	24 319
12 915	96 485	13 270	30 130	zahllose Kolonien (129 130)	46 635	zahllose Kolonien (152 090)	zahllose Kolonien (66 000)	zahllose Kolonien (130 570)
20 445	zahllose Kolonien (278 380)	24 030	29 055	27 935	zahllose Kolonien (136 320)	(78 915)	(84 295)	(125 550)
8 255	25 470	19 375	42 685	13 270	49 500	51 295	22 240	35 870
14 710	25 470	49 140	14 350	11 120	42 685	20 090	16 145	65 640
31 205	6 815	27 980	46 990	11 120	20 090	4 305	19 015	39 100
11 840	28 350	58 110	27 620	8 255	12 555	10 405	18 655	52 735
11 915	28 695	27 265	15 420	15 785	20 090	12 195	14 710	38 025
19 015	30 130	26 805	8 612	15 070	31 205	65 285	8 610	31 565
13 270	13 990	19 730	15 070	11 870	27 980	18 655	13 270	25 470
16 145	20 445	24 030	11 840	13 990	27 980	17 220	5 785	32 290
12 195	10 405	15 425	7 175	6 100	17 935	12 555	9 685	12 555
11 120	7 895	10 760	6 455	7 175	16 860	15 070	12 915	20 805
2 870	15 425	9 325	9 325	7 895	26 905	12 555	7 535	21 880
5 380	23 675	5 380	8 970	7 535	26 905	10 760	7 535	29 770
12 195	19 385	5 025	2 880	3 585	5 740	4 305	24 806	11 840
13 270	5 380	5 380	4 665	3 230	5 740	4 665	15 425	14 990
16 860	30 850	27 265	17 935	14 710	21 165	28 695	17 935	22 240
15 785	25 470	27 265	20 090	15 070	15 785	37 310	19 015	23 675
20 445	32 650	19 730	14 710	13 990	27 980	28 340	12 915	27 265
15 425	35 870	42 325	15 070	25 470	25 830	19 375	13 630	22 240
13 015	39 556	22 713	11 229	12 250	20 926	17 864	11 995	17 864
13 781	—	23 989	13 270	11 229	23 323	20 926	11 229	17 099
37 665	43 845	48 425	28 695	42 325	41 255	55 240	33 370	35 520
30 130	39 815	60 260	38 740	36 590	36 590	49 500	36 950	39 460
38 385	198 000	62 415	33 740	38 740	109 050	44 485	22 955	56 320
40 175	278 380	44 125	28 695	31 925	136 320	37 310	30 850	48 070

Tag der Untersuchung	Pegel in Mainz	Temperatur der Luft in C°	Temperatur des Wassers in C°	Profil II			Profil III				
							Linker Arm			Rechter Arm	
				Links	Mitte	Rechts	Links	Mitte	Rechts	Links	Rechts
1901											
19. IX.		17,0	15,0	35 870	25 110	91 830	68 875	35 870	26 190	25 830	56 675
				36 230	27 980	84 295	51 295	34 090	17 935	19 015	42 325
30. IX.		18,0	17,0	31 565	34 450	33 010	48 425	21 880	18 295	21 520	29 410
				29 055	38 385	31 925	68 160	25 830	25 830	21 520	27 265
3. X.		20,0	16,5	25 470	34 090	40 895	68 520	19 730	16 505	16 505	31 565
				34 450	34 805	41 610	66 360	19 375	19 375	16 860	35 165
7. X.		10,0	13,5	34 450	31 925	90 400	55 600	34 450	22 240	29 770	85 730
				36 590	36 230	100 440	59 185	27 620	23 315	27 265	77 835
14. X.		9,0	11,0	32 650	31 565	40 535	80 710	34 090	32 650	25 830	37 665
				33 010	28 695	49 500	87 885	27 265	27 980	31 205	32 290
19. X.		8,5	12,0	49 860	43 045	76 760	91 830	25 830	15 785	24 390	49 140
				44 125	52 015	76 400	110 480	29 770	20 805	25 475	58 465
31. X.		8,0	11,0	54 525	58 110	86 805	104 030	63 850	27 980	45 000	98 270
				62 775	65 285	verflüssigt (109 050)	93 270	45 915	24 380	40 895	104 030
11. XI.		7,0	8,0	47 710	65 640	76 760	132 000	53 805	52 735	52 735	87 165
				54 165	66 715	77 120	120 520	51 655	56 320	57 390	106 900
14. XI.		8,0	8,5	42 325	39 100	49 860	108 330	36 950	24 030	30 490	35 870
				38 460	36 950	57 035	132 720	45 200	28 695	30 130	46 635
18. XI.		– 3,5	6,5	46 990	48 070	66 715	108 330	53 805	38 740	49 140	66 000
				51 655	54 880	65 285	95 420	46 990	51 295	52 835	60 980
21. XI.		8,5	7,0	48 780	48 780	80 710	109 760	63 850	43 405	60 620	99 000
				51 295	49 140	91 830	101 880	66 715	51 655	62 655	92 550
26. XI.		0	4,5	48 425	47 710	82 145	92 550	40 535	38 025	34 805	49 860
				46 990	53 450	74 250	91 830	43 405	41 965	40 535	60 620
28. XI.		1,5	3,5	59 540	57 750	89 690	99 000	58 825	51 295	47 350	78 195
				57 390	55 960	83 220	54 880	55 600	49 500	50 850	85 370
5. XII.		0,5	5,0	74 250	62 775	54 525	113 350	69 845	69 955	63 850	71 390
				64 210	60 980	70 310	118 370	74 610	73 175	63 130	66 000
9. XII.		7,0	5,5	45 200	38 025	86 805	62 055	31 205	52 735	94 700	64 565
				33 010	40 175	95 050	66 000	40 535	46 635	84 295	76 045
12. XII.		3,0	5,0	131 280	124 060	152 800	190 120	160 700	172 180	161 420	140 620
				151 370	124 415	verflüssigt (109 050)	verflüssigt (132 720)	135 580	149 220	151 370	149 940
16. XII.		– 3,0	3,5	108 330	104 750	116 220	127 700	89 690	80 350	73 535	96 140
				81 785	91 110	109 050	102 950	77 475	83 215	85 370	89 690
Durchschnitt	oben . . .			38 843	39 176	55 880	62 529	35 606	30 717	33 898	47 972
	unten . .			42 870	42 599	55 817	60 160	37 145	31 449	37 538	51 917
	Mittel . .			40 857	40 888	55 849	61 345	36 376	31 083	35 718	49 945

Profil IIIa rechter Arm		Profil IVa				Profil IV		
		Linker Arm		Rechter Arm				
50 m vom rechten Ufer	nahe am rechten Ufer	Links	Rechts	Links	Rechts	Links	Mitte	Rechts
22 955	Zahllose Kolonien (198 000)	45 915	17 220	38 025	41 965	33 730	20 805	verflüssigt (130 570)
20 805	(278 380)	39 100	14 350	24 390	33 730	35 165	18 655	36 950
15 070	55 600	35 870	16 505	28 340	22 240	28 695	18 655	28 340
20 090	19 015	38 235	29 410	16 505	19 375	32 290	17 580	25 830
21 165	Zahllose Kolonien (198 000)	25 470	37 665	30 490	26 190	27 620	16 860	27 265
21 880	(278 380)	15 425	38 730	29 410	33 730	42 685	17 580	34 450
24 390	46 275	34 805	14 350	18 295	72 460	40 175	23 315	46 635
19 730	54 525	40 535	17 580	24 750	69 595	25 830	21 520	36 590
17 935	43 045	35 520	30 850	25 470	36 230	36 950	13 630	24 030
25 830	27 265	29 770	19 375	19 730	22 620	28 695	14 350	21 520
19 730	Zahllose Kolonien (198 000)	40 535	30 490	27 265	72 815	52 015	30 130	34 805
20 445	(278 380)	48 780	26 545	24 030	43 045	48 425	29 055	verflüssigt (125 550)
46 275	166 440	38 740	17 220	21 830	87 885	54 880	31 205	35 870
38 025	134 150	40 175	22 240	33 730	100 440	31 565	15 070	32 290
57 750	71 740	58 465	36 590	37 310	95 420	63 490	25 470	48 070
62 055	99 720	62 415	40 175	38 740	81 785	33 370	51 295	51 655
38 740	99 000	Fahrt des hohen Wellenschlags wegen aufgegeben.						
33 370	130 570							
48 425	36 230	45 555	31 205	34 450	52 735	24 750	23 675	42 685
47 710	34 450	49 860	35 870	19 375	61 340	33 010	30 130	48 425
77 835	67 435	63 850	36 230	41 255	29 055	24 030	35 520	99 000
67 075	51 655	39 815	34 090	40 895	45 555	48 780	34 805	42 325
48 070	35 520	41 255	33 730	38 025	56 320	39 815	28 695	37 665
50 580	43 765	39 100	33 010	23 675	54 880	33 730	24 750	40 895
54 880	43 045	31 205	32 290	35 520	39 815	30 490	39 100	44 845
51 295	32 650	45 915	42 325	34 090	48 780	67 435	30 990	40 535
63 130	34 090	60 620	31 565	39 460	37 665	48 425	54 165	60 260
61 345	58 465	38 025	43 045	45 915	35 870	57 390	50 220	66 360
72 815	73 890	46 275	41 610	35 165	49 140	35 520	41 965	77 120
60 620	51 655	28 340	38 385	31 925	40 535	78 915	38 025	56 320
137 750	108 330	116 500	79 275	129 130	103 310	152 090	verflüssigt (66 000)	130 570
121 960	119 800	143 480	85 010	150 650	97 560	verflüssigt (78 915)	verflüssigt (84 295)	125 550
78 195	119 800	77 480	91 110	68 520	74 970	72 815	66 000	67 795
94 700	123 390	72 460	—	93 980	81 065	76 400	84 295	82 500
38 580	68 689	36 859	28 336	32 004	44 630	38 325	26 779	48 576
37 315	91 013	38 657	24 835	28 263	47 074	36 289	29 239	47 685
37 948	79 851	37 758	26 586	30 134	45 852	37 307	28 009	48 131

Tag der Untersuchung	Pegel in Mainz	Temperatur der Luft in C°	Temperatur des Wassers in C°	Profil II			Profil III				
							Linker Arm			Rechter Arm	
				Links	Mitte	Rechts	Links	Mitte	Rechts	Links	Rechts
1901											
23. V.	1,18	20,0	15,5	34 030	17 650	42 690	16 140	15 430	17 940	21 520	38 740
				19 370	23 670	27 260	20 810	17 220	zahllose Kolonien (33 370)	25 110	35 160
30. V.	1,22	22,0	18,5	12 560	12 560	14 350	12 920	10 040	14 350	7 330	12 200
				12 920	11 880	12 200	11 120	13 990	13 630	9 690	13 270
3. VI.	1,31	19,5	20,0	3 770	10 400	14 350	37 320	14 710	11 840	12 910	8 250
				7 330	6 460	16 500	33 010	10 040	10 040	9 330	10 760
10 VI.	1,54	20,0	18,5	10 040	11 120	653 190	79 990	9 690	12 920	7 540	12 560
				10 040	10 400	373 040	85 370	12 560	zahllose Kolonien (33 370)	28 690	17 580
13. VI.	1,59	15,0	18,5	7 180	13 270	16 860	22 240	19 590	14 710	7 890	17 940
				10 760	10 760	17 580	18 660	17 940	11 480	12 560	21 170
20. VI.	2,07	19,0	15,0	10 400	18 295	19 015	7 890	48 425	7 530	4 305	10 760
				11 120	11 195	13 270	8 255	8 610	33 370	12 910	21 165
1. VII.	1,80	20,0	16,5	16 145	4 665	3 558	3 585	2 510	5 380	2 150	13 270
				8 970	1 795	11 840	8 970	7 535	3 600	4 305	11 195
4 VII.	1,89	20,0	18,0	17 220	19 015	22 955	40 895	46 275	12 915	15 070	16 860
				10 040	15 785	26 905	27 620	24 750	30 850	15 785	39 460
8. VII.	2,10	22,0	18,5	13 990	11 480	23 675	28 340	24 390	16 505	11 120	24 030
				16 505	21 165	23 675	34 805	22 600	16 860	17 935	12 555
Durchschnitt oben . . .				13 926	13 162	90 071	27 902	21 229	12 677	9 982	17 179
Durchschnitt unten . .				11 895	12 568	58 030	27 625	15 027	20 730	15 146	20 256
Durchschnitt Mittel . .				12 911	12 865	74 051	27 764	18 128	16 704	12 564	18 718

Profil IIIa rechter Arm		Profil IVa				Profil IV		
50 m vom rechten Ufer	nahe am rechten Ufer	Linker Arm		Rechter Arm		Links	Mitte	Rechts
		Links	Rechts	Links	Rechts			
33 730	17 940	—	—	96 850	12 910	—	13 630	15 780
22 240	26 370	—	—	19 870	13 270	—	zahllose Kolonien (26 190)	7 170
6 100	7 330	18 660	7 330	7 540	5 740	6 100	6 100	26 550
5 740	7 180	12 920	3 950	15 430	3 590	6 820	13 630	29 410
zahllose Kolonien (220 240)	22 960	54 520	3 950	9 790	4 520	zahllose Kolonien (34 800)	6 100	40 890
10 760	19 010	25 110	3 590	5 740	70 670	59 900	6 820	53 450
220 240	38 380	133 080	10 400	6 460	49 140	31 570	10 040	25 470
4 310	19 730	zahllose Kolonien (56 320)	5 380	5 740	zahllose Kolonien (70 670)	33 370	10 400	23 320
3 230	7 890	35 870	7 530	8 610	25 110	34 800	12 200	52 370
10 040	7 890	21 880	8 610	11 880	21 170	20 450	10 040	32 650
6 815	zahllose kleine Kolonien (38 380)	50 220	20 445	zahllose kleine Kolonien (96 850)	43 045	29 055	17 935	41 965
10 040	119 080	56 320	26 905	40 175	39 460	26 545	26 190	49 500
8 250	20 445	6 815	—	3 940	9 685	5 380	3 945	7 535
8 970	10 405	7 535	61 100	3 945	30 490	5 380	12 195	8 970
40 175	26 190	28 340	28 340	21 165	33 370	21 520	21 165	26 545
27 265	35 165	32 650	21 165	17 935	32 290	23 415	26 190	29 055
9 685	15 785	13 990	19 375	12 195	16 860	16 145	15 785	7 175
6 455	15 070	26 905	15 425	14 350	15 425	verflüssigt	7 895	13 990
60 941	21 700	42 687	12 171	29 267	22 264	22 421	11 878	27 142
11 758	28 878	29 955	18 266	14 952	33 004	29 473	15 506	27 502
36 350	25 289	36 321	15 219	22 110	27 634	25 997	13 692	27 322

An-

(Hierzu

Zusammenstellung über die Einleitung von Abwasser in den Rhein und

Laufende Nummer	Ort*)	Einwohnerzahl (nach der letzten Volkszählung)	Kanalisiert ist der wievielte Teil des Ortes?	Die Kanalisation führt ab die Abwasser von welcher Einwohnerzahl?	Die Kanäle führen ab: Niederschlagswasser	Haushaltungsabwasser	Abwasser aus Viehställen	Fäkalien	Abwasser aus welchen Fabriken oder Gewerbebetrieben	Abwasser aus Schlachthöfen oder Schlachtstätten	tägliche Abwassermenge (ausschliesslich Kondenswasser) cbm	nach vorheriger Reinigung: zentrale	peripher
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Althochspeyer	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	**Basel**	110 000	—	—	ja	ja	ja	ja	die innerhalb der Stadt gelegenen Fabriken etc., 1 Gasfabrik [2]), 1 Anilinfarbenfabrik [2])	ja	?	?	?
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	Baselaugst (Schweizerfall)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	Benfeld	2 388	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	Biebrich	15 048	4/5	13 000	ja	ja	—	—	1 Gasanstalt, 1 Essigfabrik, 1 Brauerei	ja [3])	800	—	—
6	**Bingen a. Rh.**	9 670	–	—	ja	ja	—	—	1 Essigfabrik, 1 Gerberei, 3 Brauereien, 2 Seifensiedereien, mehrere Brennereien	ja	1500—2500	—	—
7	Bischheim	7 743	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	Bischweiler	7 875	1/4	1 800	ja	ja	—	—	4 Tuchfabriken, 2 Brauereien, 2 Brennereien, 1 Anstalt	—	2 354 [4]) ?	—	—

*) Ganz kanalisierte Orte sind durch **fetten** Druck, teilweise kanalisierte durch gehalb dieser Orte gelegene Fabriken sind besonders aufgeführt. Orte, die nur Fabriken aufweisen,

hang.

Tafel VII.)

seine Nebenflüsse auf der Strecke vom Bodensee bis zur Nahemündung.

Das Kanalwasser (oder die sonstigen Abwässer) werden aufgenommen von dem etc.	Durch Abfuhr werden beseitigt				Nach dem Wasserlauf fliessen ab:						Bemerkungen
	Haushaltungsabwasser	Abwasser aus Viehställen	Fäkalien	Abwasser aus Schlachtstätten etc.	Niederschlagswasser	Haushaltungsabwasser	Abwasser aus welchen Fabriken oder Gewerbebetrieben	Abwasser aus Schlachtstätten etc.	tägliche Abwassermenge (ausschliesslich Kondenswasser) cbm	davon gereinigt die Abwasser in Spalte	
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
(Hochspeyerbach)	—	—	ja	—	—	—	1 Chemische Fabrik für Essigsäure, Holzgeist etc.	—	665[1])	—	[1]) Kühlwasser.
Rhein	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	[2]) in den Angaben besonders hervorgehoben.
(Rhein)	—	—	—	—	—	—	mehrere gewerbliche Betriebe u. a. 2 Chemische Fabriken[3]), Färbereien u. Gerbereien	—	?	—	[3]) Abwasser mit Säuren und Zink- und Quecksilberchlorid pp.
(Rhein) (desgl.)	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1 Anilinfabrik[4]), 1 Saline	— —	? ?	— —	[4]) Abwasser enthält Fuchsin.
(Ill)	—	ja	ja	—	ja	ja	1 Gerberei	ja	?	—	—
Rhein	—	ja	ja	ja	ja[5])	ja[6])	1 Chemische Fabrik, 1 Seifenfabrik, 1 Teerproduktenfabrik, 1 Vaselinfabrik, 1 Eisengiesserei	—	?	—	[5]) nur Schwenkwasser. [6]) der Fabriken in Spalte 22.
Nahe	—	?	?	—	—	—	1 Gasanstalt	—	?	—	—
(Dorfgraben-Suffel)	ja	ja	—[7])	—	ja	—	1 Mälzerei, 1 Konservenfabrik	—	—	—	[7]) auch die Fäkalien gehen angeblich in den Dorfgraben.
(Suffel-Ill)	—	—	ja	—	—	—	3 Stärkefabriken	—	82	22[8])	[8]) 72 cbm durch Absatzkasten.
Moder	—	ja	ja	ja	ja	ja	6 Tuchfabriken, 1 Patronenhülsenfabrik, 1 Wollstaubfabrik, 1 Spinnerei, 1 Wollwäscherei, 2 Färbereien, 1 Brauerei, 1 Brennerei; ferner 1 Anstalt, 1 Hospital u. 1 Kasernement	—	—	—	[9]) ohne Niederschlagswasser.

sperrten Druck und nicht kanalisierte Orte durch gewöhnlichen Druck bezeichnet; ausser sind in der Ortsspalte eingerückt gekennzeichnet.

Laufende Nummer	Ort	Einwohnerzahl (nach der letzten Volkszählung)	Kanalisiert ist der wievielte Teil des Ortes?	Die Kanalisation führt ab die Abwässer von welcher Einwohnerzahl?	Die Kanäle führen ab: Niederschlagswasser	Haushaltungsabwasser	Abwasser aus Viehställen	Fäkalien	Abwasser aus welchen Fabriken oder Gewerbebetrieben	Abwasser aus Schlachthöfen oder Schlachtstätten	tägliche Abwassermenge (ausschliesslich Kondenswasser) cbm	nach vorheriger Reinigung: zentrale	periphere
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
9	Bolanden	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	Bonames	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	Breisach (Alt-)	3 534	1/4	0	ja	—	—	—	1 Tapetenfabrik, 1 Brauerei	—	3,5	—	—
12	Bürgel-Offenbach	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	Büttelborn	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	Dornach	7 312	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	Dornheim	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	Dürkheim a. H.	6 207	4/5	?	ja	ja	—	—	1 Papierfabrik, Brauereien, Weinhandlungen	—	?	—	—
17	Edenkoben	5 232	3/4	1/3	ja	ja	—	—	1 Feilenfabrik, 1 mechanische Werkstatt, 1 Elektrizitätswerk, 1 Gerberei, 2 Wäschereien, 2 Getreidemühlen, 1 Seifensiederei	—	?	—	—
18	Edesheim	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	**Eglisau**	1 500	—	—	ja	ja	—	—	—	—	—	—	—
20	Eich	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	Eisenberg desgl.	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
22	Elsau	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	Eltville	3 752	1/2	—	ja	ja	—	—	1 Champagnerfabrik, 1 Brennerei, 1 Brauerei, Weinhandlungen	ja[7])	?	—	—
24	Erfenbach	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	Erstein	5 286	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Das Kanalwasser (oder die sonstigen Abwasser) werden aufgenommen von dem etc.	Durch Abfuhr werden beseitigt: Haushaltungsabwasser	Durch Abfuhr werden beseitigt: Abwasser aus Viehställen	Durch Abfuhr werden beseitigt: Fäkalien	Durch Abfuhr werden beseitigt: Abwasser aus Schlachtstätten etc.	Nach dem Wasserlauf fliessen ab: Niederschlagswasser	Nach dem Wasserlauf fliessen ab: Haushaltungsabwasser	Nach dem Wasserlauf fliessen ab: Abwasser aus welchen Fabriken oder Gewerbebetrieben	Nach dem Wasserlauf fliessen ab: Abwasser aus Schlachtstätten etc.	Nach dem Wasserlauf fliessen ab: tägliche Abwassermenge (ausschliesslich Kondenswasser) cbm	Nach dem Wasserlauf fliessen ab: davon gereinigt die Abwasser in Spalte	Bemerkungen
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
(Hochwiesbach Pfrimmbach)[1])	—	—	—	—	—	—	1 Gerberei	—	6000	—	[1]) auch Verunreinigung durch Weichen der Felle.
(Nidda — ?)	ja	—	ja	—	—	—	1 Lederfabrik	—	9	22	
Blauwasser (Altrhein)	ja	ja	ja	ja	ja	—	—	—	—	—	
(Main)	—	—	ja	—	—	—	3 Lederwerke	—	101	22[2])	[2]) bei 2 Werken durch Klärbecken.
(Bachgraben-Landgraben-Schwarzbach)	—	—	ja	—	—	—	1 Sauerkrautfabrik	—	1[3])	22[4])	[3]) einschl. Kondenswasser. [4]) Schlammkastenreinigung.
(Dorfgraben-Häringsgraben-Doller-Ill)	—	ja	ja	—	ja	ja	1 Farbholzextraktfabrik	ja	—	22 23	
(Häringsgraben-Doller-Ill)	—	—	ja	—	—	—	1 Chemische Fabrik	—	40	22	
(desgl.)	—	—	ja	—	—	—	2 Druckereien und Färbereien	—	7 300	22	
(Schiedgraben-Landgraben-Schwarzbach)	—	—	—	—	—	—	1 Brauerei	—	5—6	—	
Isenach	ja	ja	ja	ja	—	—		—	—	—	
(Tiefenbach-[5]) Speyerbach)	—	ja	ja	ja	—	—	—	—	—	—	[5]) läuft zum Teil auf Wiesen.
(Modenbach)	—	—	ja	—	—	—	1 Brauerei	—	0,7	—	
Rhein	—	—	ja	—	—	—	—	—	—	—	
(Seebach-Altrhein-Rhein)	—	—	ja	—	—	—	1 Brauerei	—	20	—	
(Eisbach)	—	—	ja	—	—	ja	1 Eisenhüttenwerk	—	18	—	
(desgl.)	ja	—	ja	—	—	—	1 Papierfabrik	—	200	22[6])	[6]) mechanisch.
(Ill)	ja	—	ja	—	—	—	1 Gelatinefabrik	—	230	22	
Salzbach und Kindriserbach	ja[8])	ja	ja	ja[9])	ja	—	1 Malzfabrik	—	—	—	[7]) teilweise und ohne Blut und Exkremente. [8]) des nicht kanalis. Teils. [9]) teilweise.
(Lauter)	—	—	ja	—	—	ja	1 Baumwollspinnerei und Weberei	—	15—20	—	
(Ill)	—	ja	ja	—	ja	ja	1 Kammgarnspinnerei u. Färberei, 1 Gerberei, 1 Brauerei	ja	—	23[10])	[10]) nur die der Spinnerei und Färberei.

Laufende Nummer	Ort	Einwohnerzahl (nach der letzten Volkszählung)	Kanalisiert ist der wievielte Teil des Ortes?	Die Kanalisation führt ab die Abwässer von welcher Einwohnerzahl?	Die Kanäle führen ab: Niederschlagswasser	Haushaltungsabwasser	Abwasser aus Viehställen	Fäkalien	Abwasser aus welchen Fabriken oder Gewerbebetrieben	Abwasser aus Schlachthöfen oder Schlachtstätten	tägliche Abwassermenge (ausschliesslich Kondenswasser) cbm	nach vorheriger Reinigung: zentrale	periphere
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
26	Eschersheim	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	(desgl.)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	Fechenheim	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	**Feuerthalen**	ca. 1200	—	—	ja	ja	?	?	—	?	1 Sek.-Ltr.	—	—
29	Frankenthal	16 898	1/4	3 500	ja	ja	—	—	Maschinenfabriken, 1 Fassfabrik, 1 Gasfabrik, 1 Brauerei und Mälzerei	ja	400[3])	ja	—
30	**Frankfurt a. M.**[1])	267 452	—	—	ja	ja	ja	ja	aus sämtlichen	ja	40 000[4])	ja	—
31	Ganzau	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	Geisenheim	3 785	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	Gr. Gerau	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34	Germersheim	5 868	1/3	2 100	ja	ja	—	—	2 Brauereien	ja	250	—	—
35	Gernsheim	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36	Grafenstaden	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	Grenzach	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38	**Griesheim a. M.**	8 546	—	5 627	ja	ja	—	—	1 Düngerfabrik, 1 Wachstuchfabrik	ja	?	—	ja

Das Kanalwasser (oder die sonstigen Abwasser) werden aufgenommen von dem etc.	Durch Abfahr werden beseitigt: Haushaltungsabwasser	Abwasser aus Viehställen	Fäkalien	Abwasser aus Schlachtstätten etc.	Nach dem Wasserlauf fliessen ab: Niederschlagswasser	Haushaltungsabwasser	Abwasser aus welchen Fabriken oder Gewerbebetrieben	Abwasser aus Schlachtstätten etc.	tägliche Abwassermenge (ausschliesslich Kondenswasser) cbm	davon gereinigt die Abwasser in Spalte	Bemerkungen
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
(Niddafluss)	—	—	ja	—	—	—	1 Gelbgiesserei u. Dreherei	—	0,1	—	[1]) ausserdem Verunreinigung durch Auswaschen der Haare.
(desgl.)[1])	—	—	ja	—	—	—	1 Lederfabrik	—	4	—	
(Main)	ja	—	ja	—	—	—	1 Teerfarbenfabrik	—	3000	22	—
Rhein	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Altrhein	—	ja	ja	—	ja	ja	1 Zuckerfabrik, 1 Korkfabrik, 1 Dampfkesselschmiede	—	—	20 21 22	[2]) ohne Regenwasser.
Main	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	[3]) mit Bockenheim. [4]) bei Trockenwetter.
(krummen Rhein-Ill)	—	—	ja	—	—	—	1 Mühlenwerk	—	36	—	—
(Rhein)	ja	ja	ja	ja	ja	—	—	—	—	—	—
(Stadtgraben-Mühlbach-Schwarzbach-Rhein)	—	—	ja	—	—	—	2 Brauereien und 1 Mälzerei	—	353	22[5])	[5]) 323 cbm durchlaufen Schlammfänger und Senkgruben.
(desgl.)	—	—	ja	—	—	—	2 Palmkernölfabriken	—	448	22[6])	[6]) 400 cbm Syphon- und Schlammkastenreinigung.
(desgl.)	—	—	ja	—	—	—	1 Konservenfabrik	—	7,2	22[7])	[7]) Sinkkästen.
(Silgergraben-Heegbach-Schwarzbach)	—	—	ja	—	—	—	1 Küferei	—	8,5	22[8])	[8]) Ölfänger.
(Mühlbach-Schwarzbach)	—	—	ja	—	—	—	1 Zuckerfabrik	—	4,0[9])	22[10])	[9]) in der Minute einschl. Kondenswasser. [10]) Bodenfiltration.
Queich	—	ja	ja	—	ja	ja	1 Sprit- und Presshefefabrik, 1 Färberei, 1 Brauerei	—	—	—	—
(Rhein)	—	—	ja	—	—	—	1 Chemische Fabrik,	—	100	—	—
(desgl.)	—	—	ja	—	—	—	1 Zuckerfabrik	—	5800	22	
(Ill)	—	—	ja	—	—	—	1 Maschinenfabrik	—	10[11])	—	[11]) Badewasser, ferner gelangen die Fäkalien von ca. 500 Personen durch Abschwemmung in die Ill.
(desgl.)[12])	—	—	ja	—	—	—	1 Färberei	—	1,2	22[13])	[12]) ferner Verunreinigung durch Auswaschen der gefertigten Gegenstände. [13]) mechanische Reinigung.
(Rhein)	—	—	ja	—	ja	—	2 Chemische Fabriken	—	68[14])	22[15])	[14]) ferner gelangen die Fäkalien von ca. 120 Personen nach Behandlung nach System Fosses-Mouras in den Rhein. [15]) ca. 60 cbm durch Klärbassins.
Main	—	ja	ja	ja	—	—	—	—	—	—	—

Laufende Nummer	Ort	Einwohnerzahl (nach der letzten Volkszählung)	Kanalisiert ist der wievielte Teil des Ortes?	Die Kanalisation führt ab die Abwässer von welcher Einwohnerzahl?	Die Kanäle führen ab: Niederschlagswasser	Haushaltungsabwasser	Abwasser aus Viehställen	Fäkalien	Abwasser aus welchen Fabriken oder Gewerbebetrieben	Abwasser aus Schlachthöfen oder Schlachtstätten	tägliche Abwassermenge (ausschliesslich Kondenswasser) cbm	nach vorheriger Reinigung: zentrale	peripherе
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Griesheim a. M.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
39	Grüneberg	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	Gustavsburg	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
41	**Hanau a. M.**	29 864	—	—	ja	ja	—	—	Chemische-, Bijouteriewaren, Likör- und Seifenfabriken, Brauereien, Wäschereien, Färbereien, Gerbereien	ja	5000	ja[8])	—
42	Hardenburg	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
43	Heddernheim	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44	**Heidelberg**	40 000	—	—	ja	ja	—	—	1 Kunstwollfabrik, 1 Tabakfabrik, 1 Gerberei, 1 Wäscherei, mehrere Brauereien	ja	3000[7])	—	—
45	Herxheim	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
46	**Höchst a. M.**	14 121	—	—	ja	ja	—	—	—	ja	1400	ja[8])	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
47	Hofheim	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
48	Hüningen[11])	2 933	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
49	Hüttenheim	2 020	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	Illkirch	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
51	Kaiseraugst	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
52	Kaiserslautern	48 306	4/5	30 000	ja	ja	—	—	1 Kammgarnspinnerei, 7 Brauereien	—	6500[10])	ja	—

Das Kanalwasser (oder die sonstigen Abwasser) werden aufgenommen von dem etc	Durch Abfuhr werden beseitigt: Haushaltungsabwasser	Abwasser aus Viehställen	Fäkalien	Abwasser aus Schlachtstätten etc.	Nach dem Wasserlauf fliessen ab: Niederschlagswasser	Haushaltungsabwasser	Abwasser aus welchen Fabriken oder Gewerbebetrieben	Abwasser aus Schlachtstätten etc.	tägliche Abwassermenge (ausschliesslich Kondenswasser) cbm	davon gereinigt die Abwasser in Spalte	Bemerkungen
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
(Main)	—	—	ja	—	—	ja	3 Chemische Fabriken	—	mehrere Tausend	21,22[1])	[1]) Schlammfänger.
(Ill)	—	—	ja	—	—	—	1 Gerberei	—	[2])	—	[2]) bei starkem Regenwetter wird Lohbrühe in die Ill geschwemmt.
(Steinshafen-Bleiaubach-Rhein)	—	—	ja	—	—	—	3 Briketfabriken	—	3	—	
Main	—	ja	ja	—	—	—	—	—	—	—	[3]) Schlammfang durch Rechen.
(Isenach)	—	—	ja	—	—	—	1 Papierfabrik	—	77	22[4])	[4]) teilweise geklärt in Klärbassins.
(Urselbach)	—	—	ja	—	—	—	1 Kupferdruckschwärzefabrik,	—	0,2	22[5])	[5]) mechanisch.
(desgl.)	—	—	ja	—	—	ja	1 Kupferwerk	—	?	22[6])	[6]) durch Klärbassins.
Neckar	—	ja	ja	—	—	—	—	—	—	—	[7]) ohne Regenwasser.
(Klingbach)	—	—	ja	—	—	—	1 Brauerei	—	0,7	—	
Main	—	ja	ja	—	ja[8])	ja[9])	—	—	—	—	[8]) nur die Abwasser aus dem Schlachthofe. [9]) ein geringer Teil.
(Main)	—	—	ja	—	—	ja	1 Chemische Fabrik	—	5000	21,22	
(Schwarzbach-Main)	—	—	ja	—	—	—	8 Lederfabriken	—	95	22[10])	[10]) ca. 15 cbm ungereinigt.
(Rhein-Rhonekanal)	ja	ja	ja	—	ja	—	—	—	—	—	[11]) ein kleiner Strassenzug ist kanalisiert zur Abführung der Niederschlags- und Haushaltungsabwasser.
(Rhein)	—	—	ja	—	—	ja	1 Anilinfarbenfabrik,	—	6	—	[12]) nähere Angaben fehlen.
(desgl.)	—	—	—	—	—	—	1 Teerdestillerie[12])	—	—	—	
(Rhein)	—	—	—	—	ja	ja	1 Färberei, 1 Giesserei	ja	(?)[13])	—	[13]) auch die Abwasser aus Viehställen und die Fäkalien.
(Ill)	—	—	ja	—	—	—	1 Spinnerei und Weberei	—	10	22[14])	[14]) teilweise.
(Ill)	—	—	ja	—	—	—	1 Mühlenwerk	—	60	—	—
(Rhein)[16])	—	—	—	—	—	—	1 Celloloidfabrik	—	?	—	[15]) Trübung durch organische Bestandteile.
Lauterbach	—	ja	ja	ja	ja[17])	ja[17])	—	—	—	—	[16]) ohne Fabrikabwasser. [17]) die des nicht kanalis. Teils werden den Kanälen in provisorischer Weise zugeführt.

Laufende Nummer	Ort	Einwohnerzahl (nach der letzten Volkszählung)	Kanalisiert ist der wievielte Teil des Ortes?	Die Kanalisation führt ab die Abwässer von welcher Einwohnerzahl?	Die Kanäle führen ab: Niederschlagswasser	Haushaltungsabwasser	Abwasser aus Viehställen	Fäkalien	Abwasser aus welchen Fabriken oder Gewerbebetrieben	Abwasser aus Schlachthöfen oder Schlachtstätten	tägliche Abwassermenge (ausschliesslich Kondenswasser) cbm	nach vorheriger Reinigung: zentrale	periphere
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
53	**Karlsruhe**	97 182	—	98 000	ja	ja	ja	—	Maschinenfabriken, Handschuhfabriken, Möbelfabriken, Rosshaarfabriken, Brauereien, Wurstlereien, Presshefenfabriken, Spiritusfabriken, Stärkefabriken, Waschanstalten	ja	27 000	—	—
54	Kehl	3 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
55	Kesselstadt	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
56	Kirchheimbolanden	3 459	$\frac{1}{2}$	80 Anwesen	ja	ja	ja	ja	1 Schuhfabrik, 2 Mälzereien	ja	?	—	—
57	Kogenheim	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
58	Königshofen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
59	Königsstädten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	**Kreuznach**	21 179	—	21 000	ja	ja	—	—	2 Lederfabriken, 2 Brauereien, 1 Mälzerei	ja	1 000[4])	—	ja
61	Lambrecht	3 627	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
62	**Landau (Pfalz)**	15 823	—	15 000	ja	ja	ja	—[1])	2 Mälzereien, 1 Garnisonwäscherei	ja	5000—6000	—	—
63	**Laufenburg**	1 150	—	—	ja	ja	—	—	—	—	unbedeutend	—	—

Das Kanalwasser (oder die sonstigen Abwasser) werden aufgenommen von dem etc.	Durch Abfuhr wurden beseitigt: Haushaltungsabwasser	Abwasser aus Viehställen	Fäkalien	Abwasser aus Schlachtstätten etc.	Nach dem Wasserlauf fliessen ab: Niederschlagswasser	Haushaltungsabwasser	Abwasser aus welchen Fabriken oder Gewerbebetrieben	Abwasser aus Schlachtstätten etc.	tägliche Abwassermenge (ausschliesslich Kondenswasser) cbm	davon gereinigt die Abwasser in Spalte	Bemerkungen
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Albfluss-Rhein	—	—	ja	—	—	—	—	—	—	—	—
(Schutter und Altrhein)	ja	ja	ja	ja	ja	—	1 Chemische Fabrik, 1 Wollfabrik, 1 Gasfabrik, 1 Brauerei	—	—	—	—
(Schuttermühlkanal-Rhein)	ja	—	ja	—	-	—	1 Cellulosefabrik	—	24 000	22[1])	[1]) mechanisch
(Salisbach-Main)	—	—	ja	—	—	—	1 Bierkellerei	—	10	22	—
Flutgraben-Pfrimmbach-Rhein (Leiselbach)	ja	ja	ja	—	—	—	1 Gerberei	—	—	—	—
(Ill)	—	—	ja	—	—	—	1 Papierfabrik	—	60	22[2])	[2]) Koksfilter.
(Mühlbach-Ill)	— —	— —	ja ja	— —	— —	— —	3 Brauereien, 1 Brauerei	— —	65[3]) 20	22[4]) —	[3]) ausserdem Fäkalien von 30 Personen ungereinigt. [4]) Schlammfänger und Absatzgruben.
(Flurgraben-Rhein)	—	—	—	—	—	—	1 Brauerei und Käsefabrik	—	0,3	—	—
Nahe	—	ja	ja	—	—	—	4 Lederfabriken, 1 Dampfwäscherei	—	—	—	[5]) ohne Niederschlagswasser.
(Speyerbach)	—	ja	ja	—	ja	ja	8 Tuchfabriken, 1 Karbonisieranstalt, 1 Wattefabrik, 1 Färberei, 1 Filztuchfabrik und Spinnerei, 1 Strickgarnfabrik, 1 Teigwarenfabrik, 1 Brauerei	ja	—	—	—
(Speyerbach u. Hochspeyerbach)	—	—	ja	—	—	—	3 Papierfabriken	—	8000—9000	22[6])	[6]) Stoffänger.
Queich	—	—	ja	—	—	—	—	—	—[8])	—	[7]) aus Pissoirs in öffentlichen Anstalten. [8]) von 300 Personen gehen die Fäkalien direkt in die Queich.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Laufende Nummer	Ort	Einwohnerzahl (nach der letzten Volkszählung)	Kanalisiert ist der wievielte Teil des Ortes?	Die Kanalisation führt ab die Abwässer von welcher Einwohnerzahl?	Die Kanäle führen ab: Niederschlagswasser	Haushaltungsabwasser	Abwasser aus Viehställen	Fäkalien	Abwasser aus welchen Fabriken oder Gewerbebetrieben	Abwasser aus Schlachthöfen oder Schlachtstätten	tägliche Abwassermenge (ausschliesslich Kondenswasser) cbm	nach vorheriger Reinigung: zentrale	peripherе
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
64	Lauterburg	1 602	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65	Lindenberg	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
66	Lingolsheim	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
67	Lörrach	10 347	3/4	6000	ja	ja	—	—	1 Tuchfabrik, 1 Knopffabrik, 1 Seidenbandweberei, Bierbrauereien, Färbereien	—	?	—	—
68	Lorsbach	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
69	**Ludwigshafen**	48 000[5]	—	45 000	ja	ja	ja[6])	ja[6])	Alaun-, Schwefelsäure-, Potasche-, Salpeter- und Salzsäure-, Weinsteinsäure- und Essig-, Tuch-, Malz-, Presshefe-, Maschinen- und Korkstein- etc. Fabriken und andere Gewerbebetriebe.	ja	15 000	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	**Mainz**	84 300	—	84 300	ja	ja	—	—	Lederfabriken, Brauereien, Seifensiedereien, Lackfabriken, Chemische Wäschereien, 1 Konservenfabrik	ja	12 000	—	—
71	Mannheim[11]) (s. lfd. Nr. 93 u. 114)	141 000	—[12])	120 000	ja	ja	ja[13])	ja[14])	Chemische Fabriken, Maschinenfabriken, Brauereien, Wäschereien	ja	15 000	ja	—
72	Maxau	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
73	Mühlhausen i. Els.	89 118	1/20	15 000	ja	ja	ja	ja	Spinnereien, Webereien, Maschinenfabriken, Gerbereien, Wäschereien, Brauereien ?	ja	13 000	—	—

Das Kanalwasser (oder die sonstigen Abwasser) werden aufgenommen von dem etc.	Durch Abfuhr werden beseitigt: Haushaltungsabwasser	Durch Abfuhr werden beseitigt: Abwasser aus Viehställen	Durch Abfuhr werden beseitigt: Fäkalien	Durch Abfuhr werden beseitigt: Abwasser aus Schlachtstätten etc.	Nach dem Wasserlauf fliessen ab: Niederschlagswasser	Nach dem Wasserlauf fliessen ab: Haushaltungsabwasser	Nach dem Wasserlauf fliessen ab: Abwasser aus welchen Fabriken oder Gewerbebetrieben	Nach dem Wasserlauf fliessen ab: Abwasser aus Schlachtstätten etc.	Nach dem Wasserlauf fliessen ab: tägliche Abwassermenge (ausschliesslich Kondenswasser) cbm	Nach dem Wasserlauf fliessen ab: davon gereinigt die Abwasser in Spalte	Bemerkungen
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
(Lauter)	—	—	ja	—	ja	ja	—	ja	? [1])	—	[1]) auch die Abwasser aus Viehställen.
(Speyerbach) (desgl.)	— —	— —	ja ja	— —	— —	— —	1 Papierfabrik 1 Tuchfabrik	— —	1 2,5	22[2]) —	[2]) durch Siebe.
(Ill)	—	—	—	—	—	—	1 Gerberei	—	?	22[3])	[3]) Filterbecken und Koksfilter.
Wiese	—	ja	ja	—	—	—	—	ja	—	—	—
(Schwarzbach)	—	—	ja	—	—	—	2 Lederfabriken	—	?	22[4])	[4]) Grubenklärung.
Rhein	—	ja	ja	—	—	—	—	—	—	—	[5]) ohne Vororte. [6]) vereinzelt.
(Rhein) (desgl.)	— —	— —	— ja[9])	— —	— —	— ja	1 Chemische Fabrik (für Leim und Dünger) 1 Anilin- u. Sodafabrik	— —	200[7]) 75 000 [10])	22[8]) —	[7]) gehen in die städtische Kanalisation, gleichzeitig werden die Fäkalien von ca. 50 Personen ungereinigt mit abgeführt. [8]) teilweise Reinigung in der Fabrik. [9]) von ca. 3000 Personen als Dienstwohnungsinhaber. [10]) einschl. Kühlwasser und der ungereinigten Fäkalien von ca. 7000 Arbeitern.
Rhein	—	ja	ja	—	—	—	—	—	—	—	—
Neckar (Giessenbach u. Altrhein)	—	ja	ja	—	ja[13])	ja[15])	Gummifabriken, Chemische Fabrik, Maschinenfabriken	—	—	—	[11]) mit den Vororten Neckarau, Waldhof u. Käferthal. [12]) nur die Altstadt mit Lindenhof, Schwetzinger- und Neckarvorstadt. [13]) teilweise. [14]) nur verdünnten Urin. [15]) des nicht kanalisierten Stadtteils
(Rhein)	—	—	ja	—	—	—	1 Holzzellstoffabrik	—	1800	22[16])	[16]) mechanisch.
Rhein-Rhonekanal, Ill	—	—	ja	—	ja	ja	Spinnereien, Webereien, Druckereien, Färbereien, 1 Chemische, 1 Maschinen-, 1 Gasfabrik, Wäschereien, öffentliche Bäder	—	? [17])	— [18])	[17]) auch Abwasser aus Viehställen. [18]) einzelne teils mechanisch, teils chemisch gereinigt.

Laufende Nummer	Ort	Einwohnerzahl (nach der letzten Volkszählung)	Kanalisiert ist der wievielte Teil des Ortes?	Die Kanalisation führt ab die Abwässer von welcher Einwohnerzahl?	Die Kanäle führen ab: Niederschlagswasser	Haushaltungsabwasser	Abwasser aus Viehställen	Fäkalien	Abwasser aus welchen Fabriken oder Gewerbebetrieben	Abwasser aus Schlachthöfen oder Schlachtstätten	tägliche Abwassermenge (ausschliesslich Kondenswasser) cbm	nach vorheriger Reinigung: zentrale	peripher
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
74	Mühlheim a. M.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75	Mundenheim	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
76	Mutterstadt	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
77	Neckarau	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
78	Neubreisach	3 307	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
79	Neudorf	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	Neuhausen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
81	Neustadt a. H.	17 800	1/3	8 000	ja	ja	—	—	Zementwaren-, Trikot-, Essig- u. Malzfabriken, Brauereien, Weinhandlungen, Gasfabrik etc.	ja	1 200	ja[1]	—
82	Nied	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
83	Nieder-Ingelheim	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
84	Obrigheim	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
85	**Offenbach**	50 929	—	—	ja	ja	—	—	Seifen-, Lack- und Firniss-, Celluloid-, Bleiweiss-, Eisenwaren, Gas-, Gummi- und Stearinfabriken, Gerbereien, Brauereien	ja	?	—	—
86	Oggersheim	6 128	1/4	1 600	ja	ja	—	—	3 Bierbrauereien 1 Malzfabrik	—	?	—	—
87	Okriftel	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
88	Osthofen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
89	Östrich-Winkel	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Das Kanalwasser (oder die sonstigen Abwasser) werden aufgenommen von dem etc.	Durch Abfuhr wurden beseitigt: Haushaltungsabwasser	Abwasser aus Viehställen	Fäkalien	Abwasser aus Schlachtstätten etc.	Nach dem Wasserlauf fliessen ab: Niederschlagswasser	Haushaltungsabwasser	Abwasser aus welchen Fabriken oder Gewerbebetrieben	Abwasser aus Schlachtstätten etc.	tägliche Abwassermenge (ausschliesslich Kondenswasser) cbm	davon gereinigt die Abwasser in Spalte	Bemerkungen
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
(Main)	—	—	ja[1])	—	—	—	1 Teerfarbstoffabrik	—	500[2])	—	[1]) die Fäkalien der nicht als Arbeiter beschäftigten Personen werden mit den Abwässern beseitigt. [2]) die Sinkstoffe enthaltenden Abwässer durchlaufen Filterpressen.
(Rhein)	— —	— —	ja —	— —	— —	— —	2 Chemische Fabriken	— —	50[3]) 20	— 22[4])	[3]) in der Stunde. [4]) auch die gereinigten Fäkalien von 130 Personen.
(Böhlgraben-Rehbach)	—	—	ja	—	—	—	1 Zuckerfabrik	—	2 000	—[5])	[5]) teilweise Abklärung durch Wiesenberieselung.
(Giessengraben-Rhein)	—	—	ja	—	—	—	1 Gummi- und Celluloidfabrik	—	1 400	—	—
(Rhein-Rhone-kanal)	ja	ja	ja	—	ja	—	—	—	—	—	—
(Mühlkanal, krummer Rhein-Ill)	—	—	ja	—	—	—	1 Stein- und Marmorsägerei	—	18	—	—
(Rhein)	—	—	—	—	—	—	1 Aluminiumwerk	—	? [6])	—	[6]) ohne merkliche Verunreinigung.
Speyerbach	—	ja	ja	—	ja	ja	Seifen-, Papier-, Tuch-, Konserven- u. Stärkefabriken, Färbereien, Petroleum-Raffinerie	ja	—	—	[7]) nur die Schlachthofabwässer.
(Nidda-Main)	—	—	ja	—	—	—	1 Gelatine- und Leimfabrik	—	60	—	—
(Selzbach)	—	—	ja	—	—	—	1 Wein- und Milchsäurefabrik	—	100[8])	—	[8]) grösstenteils Versickerung in den Boden.
(Eisbach)	—	—	ja	—	—	—	1 Zuckerfabrik	—	5 700	22	—
Main	—	ja	ja	—	—	—	1 Anilinfabrik, Gerbereien	—	—	—	—
Altrheingraben, Frankenthalkanal	—	ja	ja	ja?	ja	ja	1 Baumwollspinnerei und Weberei	—	—	—	—
(Main)	—	—	ja	—	—	—	1 Cellulosefabrik	—	7 000	22	—
(Herdweggraben-Rhein)	—	—	ja	—	—	—	1 Zuckerfabrik	—	183	—	
(Seebach-Rhein)	—	—	ja	—	—	—	1 Papierfabrik,	—	580	22[9])	[9]) in Klärbassins, die Laugen werden gesammelt und versickern.
(desgl.)	—	—	ja	—	—	—	2 Mühlen,	—	875	—	
(desgl.)	—	—	ja	—	—	—	1 Rosshaarspinnerei	—	1[10])	—	[10]) wöchentlich (werden in einer Grube gesammelt und fliessen vermutlich ab).
(Rhein)	—	—	ja	—	—	—	1 Chemische Fabrik	—	120	—	—

Laufende Nummer	Ort	Einwohnerzahl (nach der letzten Volkszählung)	Kanalisiert ist der wievielte Teil des Ortes?	Die Kanalisation führt ab die Abwasser von welcher Einwohnerzahl?	Die Kanäle führen ab: Niederschlagswasser	Haushaltungsabwasser	Abwasser aus Viehställen	Fäkalien	Abwasser aus welchen Fabriken oder Gewerbebetrieben	Abwasser aus Schlachthöfen oder Schlachtstätten	tägliche Abwassermenge (ausschliesslich Kondenswasser) cbm	nach vorheriger Reinigung: zentrale	periphere
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
90	Pfastatt	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
91	Pfeddersheim	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
92	**Rastatt**	13 940	—	9 500	ja	ja	—	—	Waggon- u. Herdfabrik, Gerberei, Wäscherei, Mälzereien, Brauereien	ja	1 080	—	—
93	Rheinau bei Mannheim (s. lfd. Nr. 71)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
94	Rheinau (Schweiz)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
95	Rhein-Dürkheim	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
96	**Rheinfelden**	3 200	—	—	ja	ja	?	ja	1 Saline, 2 Grossbrauereien, 2 Zigarrenfabriken	—	?	—	—
97	Rödelheim	6 492	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
98	Rüdesheim	4 808	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
99	Ruprechtsau	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	**Säckingen**	4 034	²/₃	—	ja	ja	—	—	1 Seidenbandfabrik, 1 Färberei, 1 Brauerei, 1 Ölgasanstalt	ja	8 Sek. Ltr.	—	ja
101	**Schaffhausen**	15 286	—	—	ja	ja	—	—	—	ja	?	—	—
102	Schierstein	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
103	**Schiltigheim**	10 745	³/₄	?	ja	ja	—	—	9 Brauereien, 9 Mälzereien, Weinhandlungen, Brennereien, Eis-, Konserven- u. Maschinenfabriken, 1 Wäscherei	—	300*)	—	ja*)
104	Schlettstadt	9 337	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Das Kanalwasser (oder die sonstigen Abwasser) werden aufgenommen von dem etc.	Durch Abfuhr werden beseitigt				Nach dem Wasserlauf fliessen ab:						Bemerkungen
	Haushaltungsabwasser	Abwasser aus Viehställen	Fäkalien	Abwasser aus Schlachtstätten etc.	Niederschlagswasser	Haushaltungsabwasser	Abwasser aus welchen Fabriken oder Gewerbebetrieben	Abwasser aus Schlachtstätten etc.	tägliche Abwassermenge (ausschliesslich Kondenswasser) cbm	davon gereinigt die Abwasser in Spalte	
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
(Doller)	—	—	ja[1])	—	—	—	1 Bleicherei, Druckerei und Färberei	—	11 800	22	[1]) nur ein geringer Teil, der grössere Teil (von ca. 1700 Personen) wird gereinigt mit dem Abwasser fortgeführt.
(Pfrimmbach-Rhein)	—	—	ja	—	—	—	1 Konservenfabrik	—	26—104[2])	22[3])	[2]) je nach Jahreszeit. [3]) Senkgruben.
(desgl.)	—	—	ja	—	—	—	1 Filtermassenfabrik	—	723[4])	—	[4]) 3 cbm Laugenwasser werden in Senkgruben gereinigt.
Murg	—	ja	ja	—	ja	ja	—	—	—	—	—
(Rhein)	—	—	ja	—	—	—	2 Chemische Fabriken	—	400	22[5])	[5]) Filtration.
(Stranggraben-Rhein)	—	—	ja	—	—	—		—	65	—	
(Rhein)	—	—	—	—	—	—	1 Heil- u. Pflegeanstalt	—	?[6])	—	[6]) Brauchwasser von ca. 830 Personen, ohne Fäkalien.
(Rhein)	—	—	—	—	—	—	1 Irrenanstalt	—	?[7])	—	[7]) Brauchwasser von z. Zt. 40 Personen mit desinfizierten Fäkalien.
(Rhein)	—	—	ja	—	—	—	1 Strohstofffabrik	—	3000	—	—
Rhein	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(Nidda)	ja[8])	ja	ja	ja	ja	ja[8])	1 Kohlensäurefabrik	—	—	—	[8]) teilweise.
(Rhein)	ja[9])	ja	ja	ja	ja	ja[9])	Schaumweinfabriken?	—	—	—	[9]) teilweise.
(Aar-Ill)	—	—	ja	—	—	ja	2 Gerbereien	—	110	—	[10]) Absatzbassins.
(Ill)	—	—	ja	—	—	—	1 Papierfabrik	—	800	22[10])	
Giessenlauf-Rhein	ja[11])	ja	ja	—	ja	—	1 Baumwollweberei, -Färberei u. -Druckerei, 2 Gerbereien	—	—	22[12])	[11]) des nicht kanalisierten Teils. [12]) die der Gerbereien nicht.
Durach[13])	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	[13]) Trübung in der Nähe der Hauptmündung.
(Rhein)	—	—	ja	—	—	—	2 Chemische Fabriken	—	2,5	22	[14]) Sammelbassin.
(Lindenbach)	—	—	ja	—	—	—	1 Schaumweinkellerei	—	3—4	22[14])	
Ill (Aar)	—	ja	ja	—	ja	ja	—	—	—	—	[15]) ohne Niederschlagswasser. [16]) Schlammfänger.
(Ill)	—	ja	ja	ja	ja	ja	1 Metalltuchfabrik, 2 Gerbereien	—	—	—	—
(Ill)	—	—	—	—	—	—	1 Mühlenwerk	—	20[17])	—	[17]) ausserdem die Fäkalien (ungereinigt) von 5 Personen.

Laufende Nummer	Ort	Einwohnerzahl (nach der letzten Volkszählung)	Kanalisiert ist der wievielte Teil des Ortes?	Die Kanalisation führt ab die Abwässer von welcher Einwohnerzahl?	Die Kanäle führen ab: Niederschlagswasser	Haushaltungsabwasser	Abwasser aus Viehställen	Fäkalien	Abwasser aus welchen Fabriken oder Gewerbebetrieben	Abwasser aus Schlachthöfen oder Schlachtstätten	tägliche Abwassermenge (ausschliesslich Kondenswasser) cbm	nach vorheriger Reinigung: zentrale	peripherе
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
105	Schusterinsel (Gem. Weil)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
106	Seligenstadt	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
107	Selz	1591	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
108	Sonnenberg	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
109	Speyer	20 912	7,73	398	ja	ja	—	—	1 Holzimprägnieranstalt, 1 Filzfabrik, 1 Baumwollspinnerei, 4 Brauereien	ja	?	—	ja
110	Stein	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
111	Strassburg	151 041	$^{4}/_{5}$	120 000	ja	ja	ja	ja	alle Gewerbebetriebe innerhalb der Stadtumwallung.	ja	12 000	ja[5])	—
112	Unterliederbach	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
113	Waghäusel (Gem. Oberhausen)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
114	Waldhof (s. lfde. No. 71)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
115	Wehr	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
116	Weidenthal	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	desgl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
117	Weisenau	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
118	**Wiesbaden**	86 074	—	—	ja	ja	ja	ja	1 Gasfabrik, 4 Brauereien	ja	22 000	ja	—
119	**Worms**	40 714	—[10])	36 788	ja	ja	—	—	1 Kunstwollenfabrik, 1 Gerberei, 4 Brauereien	ja	150 l p. Kopf	—	—
120	Wyhlen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
121	**Zurzach**	1600	—	—	ja	ja	—	ja[13])	—	?	1 Sek.-Ltr.	—	—

Das Kanalwasser (oder die sonstigen Abwasser) werden aufgenommen von dem etc.	Durch Abfuhr werden beseitigt: Haushaltungsabwasser	Abwasser aus Viehställen	Fäkalien	Abwasser aus Schlachtstätten etc.	Nach dem Wasserlauf fliessen ab: Niederschlagswasser	Haushaltungsabwasser	Abwasser aus welchen Fabriken oder Gewerbebetrieben	Abwasser aus Schlachtstätten etc.	tägliche Abwassermenge (ausschliesslich Kondenswasser) cbm	davon gereinigt die Abwasser in Spalte	Bemerkungen
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
(Rhein)	—	—	ja[1])	—	—	—	2 Färbereien	—	?	22[2])	[1]) etwa die Hälfte, die andere Hälfte (von ca. 100 Personen) gelangt nach einem chemischen Zersetzungsprozess in den Rhein. [2]) Syphons und Senklöcher. [3]) Fäkalien (von ca. 150 Personen) gehen nach Behandlung nach System „Fosses-Mouras" in den Rhein
	—	—	—	—	—	—		—	2950[3])	—	
(Main)	—	—	ja	—	—	—	2 Brauereien	—	58	—	—
(Selz- und Sauerbach)	ja	ja	ja	—	ja	—	—	—	—	—	—
(Rambach)	—	—	ja	—	—	—	16 Wäschereien	—	13	—	—
Speyerbach (Rhein)	—	ja	ja	—	ja	ja	1 Schuhfabrik, 1 Schäftefabrik, 1 Holzimprägnieranstalt	ja	—	—	—
(Rhein)	—	—	—	—	—	—	1 Schlachthaus	—	? [4])	—	[4]) Waschwasser, vermischt mit Blut und sonstigen Abgängen.
Ill	—	ja	ja	—	ja	ja	je 1 Kunstwolle-, Hopfen- u. Feilenfabrik, 1 Walzwerk, 2 Gerbereien, 1 Dampfwäscherei, 1 Brauerei, 1 Mälzerei, 1 Papierfabrik, 1 Leimfabrik	—	—	22[6])	[5]) Schlammfänger. [6]) nur die der Papier- und der Leimfabrik.
(Liederbach-Main)	—	—	ja	—	—	—	1 Leder-Gerberei und Färberei	—	20 p. Stunde	22	—
(Wagbach-Rhein)	—	—	ja	—	—	—	1 Zuckerfabrik	—	4000	22	—
(Rhein)	—	—	ja	—	—	ja	1 Zellstoffabrik	—	36 000	21—22[7])	[7]) Stoffänger und Absatzbassins.
(Leerlauf-Wehra-Rhein)	—	—	ja	—	—	—	1 Buntweberei	—	0,1	—	
(desgl.)	—	—	ja	—	—	—	1 Färberei, Bleicherei und Druckerei	—	30	22[8])	[8]) Senkgruben.
(Hochspeyerbach)	—	—	ja	—	—	—	1 Tuchfabrik	—	6	22[9])	
(desgl.)	—	—	ja	—	—	—	1 Papierfabrik	—	?	22	[9]) Klärbassins.
(Rhein)	—	—	ja	—	—	ja	1 Brauerei	—	1990	—	—
Salzbach	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rhein	—	ja	ja	—	—	—	1 Dampfmühle, 1 Degrasfabrik, 1 Fabrik für alkoholfreie Weinbereitung, 1 Chemische Fabrik, 1 Knochenpräparatfabrik, 1 Gerberei	—	—	22[11])	[10]) von den Vororten jedoch nur $^{2}/_{3}$. [11]) nur die der Gerberei.
(Rhein)	ja	—	ja	—	—	—	1 Chemische Fabrik	—	500	22[12])	[12]) Absatzbassins.
Rhein	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	[13]) teilweise.

Sammlung von Gutachten über Flussverunreinigung.

(Fortsetzung.)

XVII. Gutachten des Reichsgesundheitsrates über die Einleitung der Mannheimer Kanalwässer in den Rhein.

(Hierzu Tafel VIII.)

Mit einem Anhang (Überblick über die Bodengrundlagen der Umgegend von Mannheim mit Bezug auf die Möglichkeit der Anlage von Rieselfeldern für die Sanierung der städtischen Schmutzwässer, vom Geheimen Regierungsrat Prof. Dr. Orth).

Berichterstatter: Geheimer Medizinalrat Prof. **Dr. Rubner.**
Mitberichterstatter Geheimer Obermedizinalrat **Dr. Schmidtmann.**

In der Sitzung des Reichsgesundheitsrates, Unterausschuss für Beseitigung der Abfallstoffe, am 30. März 1903 wurde das in der oben bezeichneten Angelegenheit zu erstattende, im Entwurf vorgelegte Gutachten beraten.

An dieser Sitzung nahmen Teil als Mitglieder des Reichsgesundheitsrates:

Dr. Rubner, Berlin, als Vorsitzender; Dr. Barnick, Frankfurt a. O.; Dr. Beyschlag, Berlin; Dr. von Buchka, Berlin; Bumm, Berlin; Dr. C. Fränkel, Halle a. S.; Dr. Gärtner, Jena; Dr. Hauser, Karlsruhe; Keller, Berlin; Dr. Maubach, Berlin; Dr. Orth, Berlin; Dr. Paul, Berlin; Dr. von Rembold, Stuttgart; Dr. Renk, Dresden; Dr. Schmidtmann, Berlin; Wendelstadt, Berlin.

Ferner als Kommissare:

Dr. Drach, Karlsruhe; Dr. Ohlmüller, Berlin; Dr. Reincke, Hamburg; Vermehren, Hamburg.

Nach der Eröffnung der Sitzung durch den Vorsitzenden Dr. Rubner wurde, da dieser als Berichterstatter tätig war, der Kaiserliche Geheime Oberregierungsrat und vortragende Rat im Reichsamt des Innern Bumm zum Leiter der Verhandlungen gewählt.

Das Gutachten wurde den Beschlüssen entsprechend, in der nachstehenden Fassung abgegeben.

Einleitung.

Die Stadt Mannheim beseitigte früher ihre Abwässer in sehr einfacher Weise grösstenteils durch Einleitung in die alten Stadtgräben, die sogenannten Konkaven; mit dem Wachstum der Stadt und der damit verbundenen Mehrung der Abwässer entwickelten sich aber höchst bedenkliche sanitäre Zustände, welche eine geordnete Kanalisation mit besserer Vorflut unabweislich erscheinen liessen.

Mit der Errichtung einer zentralen Wasserversorgung 1886 kam die Kanalisationsfrage definitiv in Fluss.

Am 4. April 1889 wurde ein erstes Projekt ausgearbeitet, welches Meteor-, Industrie- und Hauswässer nach vorheriger Reinigung durch ein Absatzbecken, Gitter und Rechen dem Neckar zuführen sollte. Die Fäkalien sollten wie bislang in Gruben gesammelt werden.

Die Rheinbauinspektion hat aber gegen das Projekt mehrfach Stellung genommen, namentlich wegen der im Neckar zu erwartenden Übelstände. Nach eingehender Diskussion zwischen den in Frage kommenden Behörden wurde schliesslich wenigstens die provisorische Einleitung in den Neckar 1892 mit Rücksicht auf den Umstand als zulässig erklärt, dass sich die Stadt Mannheim in einer Zwangslage befinde. Sowohl die Oberdirektion des Wasser- und Strassenbaus wie auch der Medizinalreferent vom Ministerium des Innern befürworteten diese provisorische Lösung.

Auch die Rheinbauinspektion trat 1892 von ihrem Bedenken zurück, unter der Bedingung, dass nur Grund-, Meteor-, Haus- und Industriewässer abgeführt, Schwimm- und Sinkstoffe durch Absatzbecken, -Gitter und -Rechen, Sand- und Fettfänger zurückgehalten würden und die Kanalspülung nicht durch die Notauslässe geschehe. In einer öffentlichen Sitzung des Bezirksrats vom 25. August 1892 wurde den Bedingungen der Rheinbauinspektion zugestimmt. Übereinstimmend mit den anderen Gutachten wurde dringend ein weiteres Projekt, welches den Neckar als Vorflut zu meiden habe, verlangt. Infolge dieses Beschlusses fasste man in der Sitzung des Stadtrats zu Mannheim am 10. Nov. 1892 Vorarbeiten für die Ableitung der obengenannten Abwässer in den Rhein ins Auge, und zwar eine Überführung derselben auf das rechte Neckarufer mittels Dücker, von wo sie dann vereinigt mit den Abwässern der rechts des Neckars gelegenen Stadtteile über die Friesenheimer Insel nach dem Rhein geführt werden sollten.

Die Erlaubnis der provisorischen Einleitung in den Neckar wurde am 13. Januar 1893 erteilt. Diese letztere hat sich fast bis heute gehalten, aber manche Unzuträglichkeiten herbeigeführt. Schon sehr bald wurde in der Nähe der Sielmündung eine Schlammbank im Neckar bemerkt, und man sah sich deshalb veranlasst, zur Reinigung der Kanalwässer ein Absatzbecken und Siebgitter zu schaffen und im September 1893 in Betrieb zu nehmen. Die Ursachen der Übelstände waren nicht in der zu geringen Wasserführung des Neckars, als vielmehr in der zu geringen Geschwindigkeit des Flusses, dann aber auch in der ungünstigen Mündungsstelle des Stammsiels links des Neckars, an einer Stelle, wo sich eine lebhafte Schiffsladestelle herausgebildet hatte, zu suchen.

Das Rheinprojekt wurde am 17. Mai 1895 vorgelegt und sofort Gegenstand lebhafter Diskussion. Am 16. April 1896 erfolgte die öffentliche Bekanntmachung des generellen Projekts, die alsbald doch die Forderung zur Folge hatte, die Fäkalien mit einleiten zu dürfen.

Dieses Schwemmsystemprojekt wurde dann am 29. Januar 1897 öffentlich ausgeschrieben; es verlangte regelmässige Vorflut nach dem Rhein und eine bei aussergewöhnlichen Umständen, Hochwasser pp., eintretende nach dem Neckar.

Einspruch erhoben wurde von der Stadt Worms wegen Einleitung von Fäkalien in den Rhein. Die Rheinbauinspektion erklärte sich unter bestimmten Bedingungen mit dem Projekt einverstanden.

Im Gutachten vom 18. Februar 1897 wird hervorgehoben, dass unter den damals gegebenen Bedingungen die Abwässer mit 0,5 Sek.-cbm reichlich geschätzt, einem Niederwasser von 450 Sek.-cbm, Mittelwasser von 1250 Sek.-cbm, Hochwasser von 5400 Sek.-cbm gegenüber in hohem Masse verdünnt würden, und dass man sich auf das Abfangen der Schwimmstoffe und der Sinkstoffe im Klärbecken bei 4 cm Geschwindigkeit beschränken könne. Im übrigen wurde eine Reihe von Bedingungen für die Funktion der Notauslässe, Anlage von Klärbecken usw. zur Vorschrift gemacht. Der Bezirksarzt fügte diesen technischen Wünschen noch hinzu, dass die Möglichkeit der Desinfektion der Abwässer gewahrt sein müsse. Nebensächlich sind die Beschwerden einer Reihe von Gemeinden, welche sich beklagten, dass durch das beabsichtigte Schwemmsystem für Mannheim ihnen der Dünger entzogen werde.

Das Schwemmsystemprojekt wurde am 13. Juli 1897 zur Begutachtung einer Ministerialkommission unterbreitet, welche März 1898 Bericht erstattete. Die wesentlichen Punkte dieses Berichtes sind folgende gewesen.

Dem Projekt wird im wesentlichen beigetreten. Rieselfelder seien unausführbar, aber es sei eine Kläranlage einzurichten, der Fluss durch regelmässige chemische und bakteriologische Untersuchungen zu überwachen, bei ansteckenden, durch die Abgänge verbreitbaren Krankheiten solle eine zwangsweise Desinfektion eingerichtet werden. Die Entwässerungsverhältnisse erwiesen sich wegen der grossen Wasserführung des Rheins als günstig. Die Einsprüche der Stadt Worms werden als unberechtigt zurückgewiesen, wie auch die der Landgemeinden. Die Kommission stellt fest, dass eine Verunreinigung des Neckars bei Platzregen nicht zu befürchten sei, bei Dauerregen würden die Notauslässe jährlich an 38 Tagen bei 12 stündiger Regendauer spielen, es kämen aber wegen der Aufsammlung von Regen im Sielsystem selbst bei der gegenwärtigen Bevölkerungsziffer gar nicht, bei der Verdoppelung durchschnittlich nur an 6 Tagen die Notauslässe zur Wirksamkeit. Hinsichtlich der Verbreitung von Typhus war die Kommission der Anschauung, dass nur die Desinfektion des Abwassers zuverlässig sei, aber wohl durch die häusliche Desinfektion der Ausscheidungen ersetzt werden könne. Bei einem grossen Wasserlauf spiele für die Verbreitung des Typhus mehr der Schiffsverkehr selbst, als die Verschleppung von Keimen durch das Wasser des Stromes eine Rolle.

Das Trinkwasser von Worms habe sich von 1891 bis 1896 trotz Einleitung der Mannheimer und Ludwigshafener Abgänge nicht verändert.

Die Stadt Worms erhebt hierauf am 3. Juni 1898 erneuten Widerspruch. Die Zwangsdesinfektion der Ausscheidungen kranker Personen sei von zweifelhaftem Wert, die Selbstreinigung des Rheins auf dem 12 km langen Wege bis zur Schöpfstelle in Worms nicht anzunehmen. Es sei eine hinreichend grosse Kläranlage zu fordern. Auch diese erneute Klage von Worms wurde als zu weitgehend zurückgewiesen. Am 10. Juli 1898 reichte Worms ein Gutachten von Professor C. Fränkel in Halle ein, das im wesentlichen eine gründliche Reinigung des Abwassers vor dem Einleiten in den Rhein verlangt, nämlich eine Verlang-

sammung des Stromes im Absatzbecken auf 4 mm Geschwindigkeit. Das Abwasser müsste zu bestimmten Zeiten desinfizierbar sein, nämlich, wenn ein Cholerafall oder eine Reihe an Typhusfällen vorgekommen seien; auch im Umflutkanal, der bei einer Verdünnung des Kanalwassers durch Regenwasser von 1 : 1 in Tätigkeit trete, sei eine Klärvorrichtung einzuschalten. In der Sitzung des Bezirksrats am 14. Juli 1898, der Professor C. Fränkel und Professor Knauff aus Heidelberg anwohnten, konnte eine Einigung zwischen den Sachverständigen nicht erzielt werden. Knauff betonte, eine Gefahr der Verschleppung von Infektionserregern bestehe schon jetzt für Worms, durch die Vornahme einer Klärung des Abwassers werde sie auch für die Zukunft nicht grösser. Die Verschleppung von Krankheitserregern durch Schiffe sei vorhanden und die häusliche Desinfektion bei Krankheitsfällen nicht zu unterschätzen.

Der Bezirksrat erteilte sodann Mannheim die Erlaubnis zur Einleitung der Abwässer unter bestimmten Voraussetzungen. Unter anderen sollen die Klärbecken 30 m lang sein, die Geschwindigkeit darf 5 cm pro 1 Minute nicht überschreiten, es wird empfohlen auf 2 cm pro 1 Minute herunter zu gehen. Notauslässe sind mit Gittern oder Siebvorrichtungen zu versehen. Die häusliche Desinfektion wird beibehalten.

Am 4. August 1898 erfolgte ein erneuter Einspruch von Worms. Der Stadtrat in Mannheim hält die Vorstellungen von Worms für unbegründet. Am 20. September 1898 wird von Professor C. Fränkel in Halle ein zweites Gutachten auf Wunsch der Stadt Worms erstattet. Es käme für Worms nur die Gefahr der Verschleppung von Infektionserregern in Betracht; allenfalls könne die Einleitung gestattet werden, wenn wenigstens die Wasserentnahmestelle 20 km unterhalb der Sieleinläufe in den Fluss bliebe, im vorliegenden Falle seien aber nur 12 km Wegdifferenz vorhanden. Die häusliche Desinfektion sei unausführbar. Typhuskeime könnten durch Wäsche und Urin verbreitet werden. Das Rheinprojekt bringe die Abwässer um 3 km näher an Worms heran und der Neckar sei bisher ein Klärbecken gewesen. C. Fränkel empfiehlt das Kohlebreiverfahren mit nachfolgender Desinfektion. Wenn mechanische Klärung durchgeführt werde, habe ständige Desinfektion des aus der Kläranlage abfliessenden Wassers mit Chlorkalk einzutreten.

Das Ministerium des Innern weist den Einspruch von Worms zurück: prinzipielle Bedenken gegen die Einleitung beständen überhaupt nicht, die differenten Meinungen beträfen nur die Art des einzuschlagenden Reinigungsverfahrens. Zur Prüfung der Frage, welche Durchflussgeschwindigkeit bei dem Klärbecken in Mannheim eingehalten werden solle, wurde vonseiten des Ministeriums des Innern eine besondere Kommission eingesetzt, die unter dem 12. März 1899 ihr Gutachten erstattete.

Es wird gewünscht, das Wasser so zu reinigen, dass alle Schmutzteilchen, die mehr als 2—3 mm Durchmesser haben, zurückgehalten werden. Wenn auch die Seuchen, wie Cholera und Typhus, sich häufiger flussaufwärts verbreiteten, so sei doch deshalb ein flussabwärtsgehender Transport der Krankheitserreger nicht auszuschliessen und die 12 km Entfernung bis Worms zu gering, um ein Zugrundegehen der Infektionserreger zu erwarten. Die Beseitigung der Schwebestoffe sei wichtiger als

die Desinfektion des Wassers. Zu Epidemiezeiten sei aber eine Desinfektion vorzusehen.

Die Vorschläge der Kommission gipfeln darin, dass durch Rechen und Siebe oder dergleichen die gröberen Stoffe abgefangen werden sollen, ferner sei ein Klärbecken herzustellen, durch welches das Kanalwasser in 40 Minuten passiert und bei dem Höchstbetrage von 1000 Sek.-Litern nur mit einer Geschwindigkeit von nicht mehr als 2 cm in der Sekunde. Ungereinigt soll der Auslass nur die 2000 Sek.-Liter übersteigende Wassermenge abführen. Die Stadt Worms erklärt sich mit diesen Reinigungsvorschriften einverstanden, sie fordert aber strenge Beaufsichtigung dieser Anlagen und die Desinfektion des Kanalwassers, wenn ein Cholera- oder 20 Typhusfälle in Mannheim vorgekommen seien.

Der Rekurs der Stadt Worms wird noch eingehend vonseiten des Ministeriums des Innern zurückgewiesen, jedoch hinsichtlich der beiden letztgenannten Punkte ausgesprochen, dass eine Überwachung der Kläranlagen recht wohl ins Auge gefasst, und dass desgleichen bezüglich der Fälle, in welchen eine allgemeine Desinfektion des Abwassers einzusetzen habe, die Entscheidung dem Ministerium oder der mit der Gesundheitspolizei betrauten staatlichen Bezirksbehörde übertragen werden könne.

Inzwischen hatte es sich für Mannheim als unabweislich herausgestellt, die Orte Waldhof, Käferthal und Neckarau in das Sielnetz mit aufzunehmen, wozu am 30. Juni 1899 der Stadtrat das Ergänzungsprojekt, also ein Erweiterungsprojekt vorlegte.

Worms erhebt unter dem 7. Februar 1900 wieder Einspruch, weil die Abwassermengen dadurch vermehrt worden seien, von 1000 Sek.-Liter auf 1300 Sek.-Liter, und weil die Geschwindigkeit von 20 mm in einer Sekunde im Klärbecken für zu gross erachtet werde.

Die Oberdirektion des Strassen- und Wasserbaus stimmte im wesentlichen dem Erweiterungsprojekt zu. Das Hauptprojekt hätte mit 1000 Sek.-Litern pro 400000 Personen gerechnet. Diese Zahl sei zur Zeit noch nicht zur Hälfte erreicht. Aus den neu anzuschliessenden Stadtteilen seien 322 Sek.-Liter zu erwarten. Diese Mehrung sei nicht zu beanstanden. Im gleichen Sinne äusserte sich der Medizinalreferent des Ministeriums des Innern.

Die Rheinbauinspektion hält 6 Klärbecken für erforderlich und weist einen Notauslass nach dem Flosshafen als untunlich zurück. Nach nochmaligem Einspruch von Worms fand unter dem 12. April 1901 vonseiten des Ministeriums des Innern die definitive Genehmigung zur Einleitung der Schmutzwässer der Stadt Mannheim in den Rhein statt.

Im Einverständnis mit der Grossherzoglich Badischen Regierung stellte die Grossherzoglich Hessische Regierung bei dem Herrn Staatssekretär des Innern das Ersuchen, eine Nachprüfung der von der Stadt Mannheim in Angriff genommenen Ableitung der Fäkalien und Schmutzwässer in den Rhein durch den Reichsgesundheitsrat eintreten zu lassen.

Beurteilung der gegenwärtigen sanitären Verhältnisse unter dem Einflusse der provisorischen Kanalisation Mannheims nach dem Neckar.

Lage.

Mannheim liegt im wesentlichen auf einer vom Rhein und Neckar begrenzten Landzunge (vergl. Taf. VIII). Ein kleiner Teil — Neckarvorstadt — befindet sich am rechten Ufer des Neckars; hierzu sind in den letzten Jahren durch Eingemeindung rechts des Neckars (nördlich) Waldhof und Käferthal und links des Neckars (südlich) Neckarau gekommen. Der äusserste Teil der zwischen Neckar und Rhein gelegenen Landzunge dient als Hafen und Güterbahnhof, er ist von einer Reihe von Kanälen durchzogen. Rechts des Neckars befinden sich die unter Benutzung eines alten Rheinarmes hergestellten umfangreichen Anlagen des Flosshafens und Industriehafens, durch die Verbindung mit der Bahn für die Zukunft zu einem wesentlichen Verkehrspunkte bestimmt. Zwischen diesem alten Rheinarm und dem regulierten Hauptstrom liegt die Friesenheimer Insel. In gleicher Höhe wie rechts des Rheins Mannheim, liegt links des Rheins Ludwigshafen.

Die nächste Stadt flussabwärts ist Worms, etwa 15 km nördlich. Bei der Volkszählung am 1. Dezember 1900 hatten Mannheim 141131, Ludwigshafen 61914, Worms 40705 Einwohnern[1]).

Mannheim liegt in der Ebene des Rheins; der Untergrund besteht aus Rheinalluvium, das die Ebene von Basel bis Worms ausfüllt, im Süden bei Basel mit gewaltigen Steinen durchsetzt ist, hier aber gleichartige Geschiebe sandigen und kiesigen Charakters aufweist. Höhendifferenzen von Bedeutung begegnet man am nächsten noch in der Richtung von Käferthal, im übrigen ist das Land von den Hochfluten des Rheins und des Neckars bedroht. Das natürliche Überschwemmungsgebiet hat eine sehr bedeutende Ausdehnung, am Neckar wie Rhein treten die Hochufer vom Strom weit zurück. Tief ins Land hinein zieht sich die unter Hochwasser liegende Niederung. Der Einbruch des Hochwassers wird durch Deiche abgewehrt, deren Grenzen eine Strombreite von 520 bis 3000 m freilassen. Die Hochwasserfreiheit in der Stadt konnte vielfach nur durch umfangreiche Erdschüttungen und künstliche Hebungen des Terrains, sowie durch maschinelle Hebung des Wassers über die Deichkronen erzielt werden.

Der Neckar kann bei Hochwasser bedeutende Wassermassen bringen, wird aber in seiner Abflussgeschwindigkeit oft durch den Hochstand des Rheins gehemmt, und der Rückstau reicht weit flussaufwärts.

Besonders bedeutungsvoll sind die Eisgänge und speziell jene des Neckars, die durch die Schroffheit ihrer Bewegungen zu verheerenden Katastrophen geführt haben. Die Eisdecke erreicht bis 60 cm Dicke und der Aufbruch des Eises vollzieht sich unter gewaltigem Hochstand des Wassers und mächtigen Stauungen. Die Schutzdämme haben den grössten Teil der Friesenheimer Insel freigeben müssen, um für ein Ausweichen der gewaltigen Eismassen genügend Raum zu schaffen. Diese

[1]) Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich 1902.

häufig wiederkehrende Hochwassergefahr, welche einen Teil der Stadt Mannheim noch immer bedroht, verdient natürlich bei der Entwässerungsanlage eine besondere Berücksichtigung und drückt der Eigenartigkeit der Anlage ihren Stempel auf; denn vor allem war notwendig, die ganze technische Einrichtung so zu treffen, dass auch bei dem grössten Hochwasser noch eine regelmässige Entwässerung nach der Vorflut eintreten kann.

Mannheim liegt innerhalb des Gebietes des mittleren Regenfalles mit 531,1 mm pro Jahr; sehr niederschlagsreich sind dagegen die Berge nördlich des Neckars, wie südlich des Mains von denen aus offenbar ein mächtiger Grundwasserstrom nach dem Rhein zieht.

Die Anzahl der Tage mit messbaren Niederschlägen sind:

Januar,	Februar,	März,	April,	Mai,	Juni,	Juli,	August,
13,0	11,0	14,4	14,6	14,8	12,6	12,6	11,0

September,	Oktober,	November,	Dezember,
13,0	10,2	9,2	14,0

im ganzen 150,4.

Der grösste tägliche Niederschlag zwischen 1896 bis 1900 betrug 45 mm[1]).

Da die Hochfluten des Rheins und Neckars nicht nur für Mannheim, sondern auch flussabwärts in Betracht kommen, zeigt sich überall die Erscheinung, dass die Orte, Ludwigshafen und Worms ausgenommen, weit ab vom Flusse liegen und der unmittelbare Gebrauch von Flusswasser für die Anwohner so gut wie ausgeschlossen ist.

Wasserführung des Rheins und Neckars.

Über die Wasserführung des Rheins und des Neckars lassen sich nach amtlichen Erhebungen folgende Angaben machen.

Der nachbenannte Wasserstand war vorhanden oder überschritten:

beim Rhein:

gemittelter niedrigster Wasserstand (Pegel 2,0) = 358 Tage,
gemittelter Winterwasserstand (Pegel 3,4) = Niedrigwasser = 261 Tage,
Jahresmittel (Pegel 3,85) = 182 Tage,
gemittelter Sommerwasserstand (Pegel 4,3) = Mittelwasser = 100 Tage,
gewöhnliches Hochwasser (Pegel 6,0) = 10 Tage;

grössere Hochwasser sind seit 1872 neunmal eingetreten. Der beobachtete niedrigste Stand war = 1,79 m Pegel.

Die mittlere Geschwindigkeit im Profil des Rheins ist bei

Niedrigwasser (2,0 Pegel)	0,65—0,9 m p. 1	Sekunde,
Mittelwasser (4,3 Pegel)	1,0—1,4 m p. 1	„
gewöhnl. Hochwasser (6,0 Pegel)	1,75 m p. 1	„
darüber	2,00 m p. 1	„ .

[1]) Jahresber. des Zentralbur. für Meteorologie und Hydrographie im Grossherzogtum Baden für 1900.

Die Wasserführung des Rheins beträgt bei 2,0 Pegel 450 Sek.-cbm, bei gemitteltem Niedrigwasser 3,4 Pegel 900 Sec.-cbm, die ersteren Mengen finden sich jährlich nur während einer Woche, 900 cbm Wasserführung während $3^1/_2$ Monaten. Bei Mittelwasser führt der Rhein 1250 Sek.-cbm, bei Hochwasser 5400 Sek.-cbm und darüber.

Für den Neckar lässt sich angeben:
gemitteltes niedrigstes Wasser (2,2 Pegel) = 356 Tage,
Jahresmittel (3,9 Pegel) = 178 Tage,
gemittelter höchster Jahresstand (7,2 Pegel) = 2 Tage,
Hochwasser 1882: Pegel = 10,2 m,
der niedrigste Wasserstand 1899: Pegel = 1,90.

Der Rhein beeinflusst den Ablauf des Neckars in hohem Masse, bei hohem Rhein- und niedrigem Neckarstand dringt Rheinwasser weit in den Neckar hinauf vor. Der Abstrom kann also zeitweise ganz unterdrückt werden, die Abflussgeschwindigkeit beträgt aber nach Ausgleich der Rückwirkung des Rheins im Minimum 0,2 m p. 1 Sek., das Maximum dürfte zu 0,6 m p. 1 Sek. angenommen werden.

Die Wassermenge des Neckars macht bei kleinstem Stand 22 Sek.-cbm,
bei gewöhnlichem Niedrigwasser 32 Sek.-cbm,
bei Mittelwasser 190 Sek.-cbm aus.

Niedrigwasser herrscht im Sommer und Herbst 3—4 Monate, der kleinste Stand 8—10 Tage im Jahr.

Verkehr.

Mannheim befindet sich seit den letzten Jahrzehnten in einem bedeutungsvollen Aufschwunge, der zu einem raschen Bevölkerungszuwachs namentlich auch durch Eingemeindungen geführt hat. Neben dem Massenwachstum der Stadt hat aber besondere Bedeutung die Entwicklung zahlreicher industrieller Anlagen, darunter solche der chemischen Industrie und das Anwachsen des Handelsverkehrs im Hafen. Mannheim hat einen ebenso regen Schiffsverkehr wie Ruhrort und Köln, Beziehungen zu allen Orten am Rhein und bis Rotterdam.

Die Zahl der an den Mannheimer Landungsplätzen und in dem Hafen verkehrenden Schiffe und der Schiffsbevölkerung betrug 1897—1901 jährlich:

Personendampfer und Schlepper	3 593,
Güterdampfschiffe	603,
Segelschiffe	10 939,
Neckarschiffe	2 571
Summe rund	17 700

und die in dem Hafen durchschnittlich anwesende Schiffsbevölkerung macht 1 400 Köpfe aus.

Besonders lebhaft ist der Verkehr mit dem benachbarten Ludwigshafen, das durch die verschiedensten Verkehrsmittel, Eisenbahnen, Tram, Schiffe, die Brücke in kürzester Zeit zu erreichen ist; hier findet ein tägliches Hin- und Herwogen von Tausenden von Personen statt.

Auch auf der Strecke Mannheim-Worms verkehren auf dem Rhein zahlreiche Personen:

mit Personendampfern . . .	15500,	
Schleppern	100000,	
Güterschiffen	15500,	
Segelschiffen (Rhein) . . .	101000,	
„ (Neckar) . . .	3000,	
	235000	Personen,
an Passagieren	29400	„ ,
pro Jahr Summe	264400	Personen.

Gesundheitsverhältnisse.

Über die Gesundheitsverhältnisse wird vonseiten der beiden Herren Bezirksärzte folgendes berichtet:

Die Mortalität betrug für Mannheim inkl. Neckarau und Waldhof

1899	23,6 ‰,
1900	28,0 ‰,
1901	23,7 ‰.

An Abdominaltyphus starben:

	1899	1900	1901
Personen:	15	18	5
und es erkrankten	87	44	36,
davon waren in Krankenhäusern verpflegt:			
	1899	1900	1901
	65	25	21,
darunter Fälle bei der Schiffsbevölkerung:			
	1	7	6.

Im Hafenbezirk kommen jährlich 5—8 Typhusfälle vor, von denen man vermutet, dass sie mit der Schiffsbevölkerung in Verbindung stehen. In der Umgebung von Mannheim in den Orten Freudenheim, Ilvesheim, Ladenburg, Neckarshausen, Rheinau, Schriesheim, Sandhofen, Wallstadt ausschliesslich Mannheim und seiner Vororte kamen im letzten Jahrzehnt pro Jahr rund 22 Typhusfälle zur Anzeige, darunter seit 10 Jahren eine einzige Person der Schiffsbevölkerung. In den Ortskrankenhäusern wurden keine Typhuskranken verpflegt, sondern diese meist nach Mannheim oder Heidelberg in die Klinik gesandt, wohl auch im Hause behandelt. Daraus folgt, dass die in Mannheim aufgeführten Fälle offenbar z. T. auch solche aus der Umgebung in sich begreifen. Im Mittel der letzten drei Jahre sind je 56 Fälle in der Stadt zur Anzeige gekommen; die im Krankenhause behandelten machen etwa $^2/_3$ aller Fälle aus.

Die Anzeigepflicht besteht für Cholera, Blattern, Puerperalfieber, Scharlach, Diphtherie, Croup, Pest, Typhus und für Todesfälle und vorgeschrittene Krankheitsfälle an Tuberkulose.

Es bestehen auch für die genannten Krankheiten besondere Desinfektionsvorschriften, an die man sich allgemein zu halten hat. In Krankenhäusern wird die Desinfektion durch das eigene Personal, im übrigen durch das Personal der städtischen Desinfektionsanstalt ausgeführt.

Wasserversorgung.

Die Wasserversorgung Mannheims, an welche zur Zeit etwa 5600 Häuser und Liegenschaften angeschlossen sind, entnimmt durch eine Zentrale im Käferthaler Wald Grundwasser aus Röhrenbrunnen. Die von den Brunnen durchstossenen Schichten bestehen grösstenteils aus Sand und Kies, doch kommen dazwischen auch Mischungen von Sand und Ton, oder Lehm zur Beobachtung. Das Grundwasser hat ein Gefälle gegen den Rhein hin und wird annähernd tangential vom Neckar durchbrochen.

Die Menge des Wassers des Pumpwerks beträgt im Jahre 4 Millionen Kubikmeter, wozu schätzungsweise etwas über 2 Millionen anderweitiges von Privaten zu gewerblichen Zwecken gehobenes Wasser kommen mögen, der Ablauf der städtischen Kanäle liefert zur Zeit 6,15 Millionen cbm Abwasser im Jahre; bei 140000 Einwohnern träfen aufgerundet 80 Liter Leitungswasser und rund 120 Liter Gesamtwasserverbrauch und Abwasser pro Tag und Kopf.

Die Zusammensetzung des Grundwassers aus dem Käferthaler Wald war für den 2. Juli 1902:

1 Liter liefert:

Rückstand	290 mg,
Glührückstand	254 „ ,
Kalk	114 „ ,
Magnesia	14 „ .
Sauerstoffverbrauch	0,5 „ ,
Härte	13,4° (deutsche Grade).

Die Temperatur bleibt während der warmen Jahreszeit niedrig. Im Sammelbrunnen des Wasserwerks schwankte der Keimgehalt zwischen 0—5 Keimen per 1 ccm.

Die Qualitätsverhältnisse sind sonach sehr befriedigende, dagegen wird die quantitative Leistung der Werke schon in allernächster Zeit erhöht werden müssen und ist Abhilfe auch bereits in Aussicht genommen.

Über die Brunnenverhältnisse der Umgebung Mannheims ist amtlich näheres nicht bekannt, aber die Tatsache festgestellt worden, dass Verunreinigungen des Bodens durch Senkgruben usw. mehrfach in weitem Umkreis eine Verschlechterung des Grundwassers hervorgerufen haben. Der Boden erweist sich demnach für Verschmutzung ziemlich leicht durchgängig, was wesentlich auf die grobschotterige Beschaffenheit zurückgeführt werden kann.

Kanalisation (Provisorium).

Die Kanalisationsanlage des Jahres 1902 muss als ein Provisorium betrachtet werden, das mit der Durchführung des generellen Projektes sein Ende erreicht.

Der Sielbau ist nach modernen Grundsätzen ausgeführt. Die Strassenreinlichkeit hält sich auf der für eine Grossstadt erforderlichen Höhe.

Vorschriftsmässig sollten die Fäkalien vom Sielnetz zur Zeit ausgeschlossen sein, tatsächlich haben aber viele Gruben einen Überlauf nach den Kanälen, der auch die Abschwemmung geballter Fäkalien nicht hindert. Aus den 5000 Gruben der Stadt wurden 1901 119366 cbm abgefahren, und das Material dient direkt für landwirtschaftliche Zwecke oder wird nach vorheriger Kompostierung mit dem Müll verwendet.

Die Sielwasser gelangen zur Zeit durch zwei getrennte Auslässe in den Neckar. die Hauptmasse auf der linken Neckarseite, etwa 165 Sek.-Liter bei dem Kohlenbahnhof und 30 Sek.-Liter rechts des Neckars nahe dem Flosshafen. An beiden Stellen befinden sich kräftige Pumpen, welche bei Hochstand des Neckars das Sielwasser nach dem Flusse fördern. Das letztere macht sich im Strom dem Auge wenig bemerkbar, dagegen mündet der Sielauslauf links des Neckars in breiter Kaskade am Ufer, die Beimengung des Schmutzwassers verschwindet aber schon in mässiger Entfernung von demselben. Schiffe legen wenige Meter von der Sielmündung an und ankern direkt innerhalb der Grenzen des schmutzigen Wassers. Das Sielwasser wird vor dem Auslauf durch einen Rechen gereinigt und durch einen grösseren Sandfang geleitet, in welchem nicht unerhebliche Mengen von Schwebe- und Schwimmstoffen sich ablagern. In dem Sandfang links des Neckars werden täglich etwa 1,2 cbm Schlamm abgefangen und abgefahren und zu Kompost verarbeitet.

Die Einleitung der Sielwässer, namentlich links des Neckars, stellt unzweifelhaft einen Übelstand dar, weil einerseits die Schiffe zum Teil genötigt sind, im Schmutzwasser zu liegen, und wenn auch für gutes Trinkwasser am Ufer gesorgt ist, die Reinigung des Deckes der Schiffe doch mit Neckarwasser vorgenommen wird; ferner zieht der Schmutzwasserstrom, wie angegeben wird, gegen den Flosshafen der anderen Seite und gelangt, vermengt mit dem verdünnten Abwasser der rechten Neckarseite, auch in diesen; endlich sind im Neckar reichlich Ablagerungen von Schlamm nachgewiesen, dessen Gärung im Flusse, allerdings nur in beschränkter Ausdehnung, vom Ufer an den aufsteigenden Gasblasen zu erkennen ist.

Von einer das ganze Flussbett betreffenden Flussverunreinigung kann zweifellos nicht die Rede sein; der Neckar liefert auch bei niedrigstem Stand soviel Wasser, dass zwar eine relativ hohe Verdünnung des Sielwassers eintritt (allermindestens jetzt etwa 110malig), aber die geringe Geschwindigkeit des Flusses macht die Mischung schwierig und führt mit Notwendigkeit zur Schlammablagerung. Diese Ablagerungen machen sich aber in recht regelloser Weise fühlbar. Am 7. April 1894 hatte sich so viel Schlamm angesammelt, dass eine Ausbaggerung unabweislich schien, das kurz darauf eintretende Hochwasser säuberte aber den ganzen Untergrund. 1897 machten sich erneut Schlammablagerungen bemerkbar, welche mit Rücksicht auf die Schiffahrt beseitigt werden mussten. Es wurden 2950 cbm ausgebaggert, wovon 1800 cbm auf Kanalschlamm trafen. 1898 wurden auf 540 m Flusslänge 4290 cbm gebaggert, doch wurde der auf das Sielwasser betreffende Schlamm nicht besonders aufgeführt. 1899 zeigten sich im November Ablagerungen, die von

dem darauf folgenden Hochwasser fortgeschwemmt wurden, bis Oktober 1901 wurden nennenswerte Schlammmassen im Flusse nicht wieder beobachtet.

Alles in allem genommen beweisen die Erfahrungen den längst erkannten Grundsatz, dass man in einen Fluss von geringerer Geschwindigkeit als 0,6 m pro 1 Sek. Sielwasser nicht einleiten kann, ohne durch die starke Sedimentierung in unmittelbarer Nähe des Auslaufs zu störenden Schlammbankbildungen Anlass zu geben. Sie beweisen aber zugleich die Verschleppung solcher mächtiger Bänke durch die Hochwässer.

Weitere Übelstände, welche dringend die Veränderung der bisherigen provisorischen Anlagen notwendig machen, liegen in den schlechten Entwässerungsverhältnissen einer Reihe von Gemeinden, welche aus politischen Gründen Mannheim einverleibt werden mussten. In Waldhof fehlt es an einer geordneten Beseitigung der Abwässer, in Käferthal mussten die letzteren in einem Teiche gesammelt und von da provisorisch auf die Felder gepumpt werden, in dem tief gelegenen Neckarau sammelt sich das Schmutzwasser in einem Graben — dem Giessen —, wo es stagniert, in stinkende Fäulnis gerät und allmählich in unkontrollierbarer Weise in den Boden versickert.

Die Notwendigkeit eines neuen umfassenden Kanalisationsprojekts ergibt sich aus den obengenannten Übelständen von selbst und ist eine sanitäre Massregel, welche man der Stadt Mannheim unmöglich länger wehren dürfte.

Wasserbeschaffenheit des Rheins (zwischen Mannheim und Worms) **und des Neckars.**

Zur Beurteilung der voraussichtlichen Wirkung des neuen generellen Kanalisationsprojekts ist vor allem die dermalige Beschaffenheit des Rheins zwischen Mannheim und Worms von grösster Bedeutung. Im Hinblick auf die Wichtigkeit der Angelegenheit hat im April 1902 eine aus Mitgliedern der Behörden des Badischen und Hessischen Ministeriums, der Stadt Mannheim und des Reichsgesundheitsrats bestehende Kommission eine gemeinsame Fahrt etwa bei mittlerem Wasserstande unternommen, bei der im wesentlichen folgendes festgestellt wurde.

Die Rheinfahrt begann bei Rheinau, wo sich zunächst ein Auslass der Abwässer dieser Gemeinde befindet, und eine lokale, aber wenig hervortretende Verunreinigung des Wassers bemerkbar ist.

Bei Ludwigshafen münden die Ausläufe des Siels dieser Stadt und erscheinen als breiter, aber auch bald sich auflösender Schmutzwasserstreifen. Daran anschliessend die Ausläufe der Badischen Anilin- und Sodafabrik, weithin sichtbar an der roten Farbe des Wassers. Die rote Farbe bleibt aber linksseitig im Randstrom weit abwärts bis gegen Worms verfolgbar. Nun mündet rechts der Neckar mit bräunlicher Farbe, zunächst scharf geschieden vom grüngrauen Rhein, allmählich sich mischend.

Auf der Weiterfahrt hat der Rhein den Neckar so vollkommen aufgenommen, dass eine optische Trennung des Wassers nicht mehr möglich ist, nunmehr mündet links der Frankenthaler Kanal, ein schmutziges Wasser, mit allerlei schwimmenden Resten von Unrat, der rote Farbenton der Abwässer der Anilinfabriken lässt sich

noch gut erkennen. Rechts mündet der alte Rhein und dabei ein Industriekanal von Waldhof, welcher ein gelbliches Wasser ergiesst, das übrigens bald im Strom nicht mehr wahrzunehmen ist. Von hier ab bleibt es ungewiss, wie weit linksseitig die Farbe des Abwassers der Anilinfabriken noch zu sehen ist, zweifellos hatte der Rhein bei Worms eine gleichartige graugrüne Farbe.

Im Neckar selbst zeigt sich der Einlauf des Mannheimer Sieles in mässiger Ausdehnung als Schmutzwasserstreifen, in der Nähe des Ufers steigen Gasblasen auf, mit dem Bootshaken fühlt man den schlammigen Untergrund, der bei Berührung grössere Gasmengen austreten lässt. Eine merkbare Veränderung des Geruches der Luft ist in einiger Entfernung von der Sielmündung nicht mehr zu bemerken.

Abgesehen von dem Abwasser der Badischen Anilinfabrik in Ludwigshafen sind alle Zuläufe, was den äusseren Anschein anlangt, ohne erhebliche Bedeutung für den Rheinstrom.

Über die dem Rhein zuströmenden Verunreinigungen lässt sich betreffs der örtlichen Verteilung folgendes feststellen, wobei auf eine genauere Angabe, da einige der hierher gehörigen Punkte in den Karten nicht verzeichnet sind, verzichtet werden muss. Rechnet man die Oppauer Fähre als Ausgangspunkt, so liegen der

Ablauf Rheinau etwa	14 $^1/_2$	km stromaufwärts,
die provisorischen Sielausläufe des Neckars	4	„ „ ,
Siel Ludwigshafen	3 $^1/_2$	„ „ ,
Kanal der Anilinfabrik	2 $^1/_2$	„ „ ,
die Neckarmündung	1	„ „ ,
und flussabwärts der		
Frankenthaler Kanal und alte Rhein . .	2,4	„ ,
Worms	13	„ .

Über die Verunreinigungen durch Ludwigshafen ist amtlich folgendes bekannt: Die Stadt hat Kanalisation und Grubensystem und eine Pumpstation für Hochwasserstand. Angeschlossen sind 47000 Einwohner; die Sielwassermenge beträgt 3700 cbm täglich = 42,8 Sek.-Liter.

Die Anilin- und Sodafabrik hat 6 Ausläufe nach dem Rhein, welche 52,2 cbm pro 1 Minute = 870 Sek.-Liter liefern. Die Beschaffenheit dieses Wassers wird von der Fabrik selbst im Mittel pro cbm zu 4,41 kg Trockensubstanz, 1,03 kg Schwefelsäure (SO_4H_2), 0,14 kg Kalk (CaO) angegeben, wobei alle vorhandenen Basen als Kalk und alle vorhandenen Säuren einheitlich als Schwefelsäure berechnet sind.

Da ein Teil CaO 1,75 SO_4H_2 zur Neutralisierung beansprucht, wären sonach 0,14 CaO = 0,24 SO_4H_2; 1,03−0,24 = 0,79 SO_4H_2 kg pro cbm in freiem Zustande vorhanden. Die Fabrik hält diesen Zulauf für unbedenklich, da 1 cbm Rheinwasser 100 g Salzsäure bezw. 134 g Schwefelsäure abzustumpfen in der Lage sei.

Die älteren Gutachten aus den Jahren 1892 und 1894, die in dieser Frage der Flussverunreinigung vonseiten der landwirtschaftlichen Kreisversuchsstation zu Speyer erstattet worden sind, haben jetzt offenbar keinerlei aktuelle Bedeutung. Damals, 1892, sollen die Abwässer etwa 300 Sek.-Liter betragen haben, während sie jetzt fast auf das Dreifache gestiegen sind. Sie sollen schwach alkalisch gewesen sein, jetzt

sind sie stark sauer. Die Färbung reichte damals 6 km weit, in einer Strombreite von 12—15 m. Auf 2 km war die Färbung so bedeutend, dass das Wasser für Gebrauchszwecke nicht zu verwenden war. Hinsichtlich der Verwendung zu Trinkzwecken glaubte der Begutachter, dass Wasser eines Flusses in der Nähe einer Stadt überhaupt nicht getrunken werden soll.

In dem neuen Berichte der Badischen Anilin- und Sodafabrik, datiert vom 19. Juli 1902, sind nähere Angaben über die Natur des Abwassers nicht gemacht. Es werden nur eine Reihe von Bestimmungen der Trockenrückstände des Rheines oberhalb der Fabrik und unterhalb angeführt. Die Zahlen sind bei 5,18—4,23 Pegelstand, also wohl bei reichlicher Wasserführung des Rheines erhoben und zeigen folgendes:

oberhalb der Fabrik	0,220 Rückstand,
1000 m unterhalb der Fabrik	0,268 „ ,
2000 „ „ „ „	0,241 „ ;

daraus ist nur zu entnehmen, dass auch 2 km unterhalb noch ein Zuwachs an Rückstand bewiesen wird.

Der Bericht gibt aber die nicht unerheblichen Grade der Flussverunreinigung keineswegs richtig an, da als Verdünnung die Wasserführung des Rheines von 2600 Sek.-cbm angenommen wird.

Der niedrigste Wasserstand beträgt aber nur 450 Sek.-cbm, und 900 cbm finden sich 3½ Monat und darüber als Wasserführung. Die Verdünnung ist daher auch keine 3000fache, wie die Fabrik sagt, sondern sinkt auf die 517fache herab, wobei bei vollendeter Mischung pro Liter Rheinwasser 9,8 mg Mehrung an Rückstand zu finden sein müssten. Es wird in dem erwähnten Gutachten besonders die Abwesenheit giftiger Substanzen, wie der arsenigen Säure, hervorgehoben. Zum mindesten ist die durch die Badische Anilin- und Sodafabrik erzeugte Verunreinigung doch recht bemerkenswert und der Grad derselben in schnellem Wachstum.

Über die Menge und Beschaffenheit der durch den Industriekanal in Waldhof abgeführten Abwässer, die in der Nähe des Altrheines münden, lässt sich nur folgendes anführen:

Der Ablauf setzt sich zusammen aus den Abwässern der Zellstofffabrik (0,33 Sek.-cbm), ferner aus denen der chemischen Fabriken Böhringer und Weyl & Co., in Summe 387 Sek.-Liter.

Die Fabrikabwässer in Waldhof sollen enthalten:

in 1 Liter	133 mg	Trockenrückstand,
davon	47 „	anorganisch,
	86 „	organisch.

Die Fabrik Böhringer gibt an, dass die Abwässer sich vom Wasser des Flosshafens nur unwesentlich unterscheiden. Die Fabrik Lindenhof (Weyl & Co.) liefert Abwässer,

welche	0,32 % Kochsalz,
	0,05 % Organisches
und	0,12 % Säure

(berechnet als SO_4H_2) führen.

Eine Analyse des ganzen Gemisches aller drei Fabriken liegt nicht vor; im wesentlichen kann man nach dem Mengungsverhältnisse annehmen, dass die Abwässer von Waldhof und Böhringer die Zusammensetzung beherrschen. Die Angabe der Fabrik, wonach dieses Wasser nur 133 mg Trockenrückstand liefern soll, scheint unglaubwürdig, zumal das von ihr benutzte Grundwasser aus dem Käferthaler Wald an sich schon 290 mg Rückstand besitzt. Auch die Erfahrungen über die Abwässer anderer ähnlicher Fabriken lassen die obigen Angaben in dieser Hinsicht als unzutreffend erscheinen.

Über den Frankenthaler Kanal und seine Wasserführung hat sich sicheres nicht erheben lassen; im allgemeinen dürfte es sich um ein durch allerlei Abgänge verschmutztes Wasser handeln, das in wechselnder Menge und in sehr schwankender Weise dem Rheine sich beimengt. Somit kommen also für die Strecke Mannheim-Worms, soweit quantitative Angaben vorliegen, in Betracht:

städtische Abwässer Mannheim	195	Sek.-Liter
„ „ Ludwigshafen	43	„ „
	238	„ „
Fabrikabwässer Mannheim-Waldhof	387	„ „
„ Ludwigshafen	870	„ „
Summe	1257	„ „

Ausserdem ist zu erwähnen, dass Rhein und Neckar in ihrer Zusammensetzung verschieden sind.

Es enthielt 1 Liter Wasser Milligramm:

	Rückstand	Kalk	Magnesia	Härte
Rheinwasser	218	—	—	8
Neckar (Heidelberg)	471	132	38	19
„ (Mannheim)	698	160	27	20.

Der Neckar bringt demnach Wasser mit einem reichlicheren Rückstand, der von dem grösseren Härtegrade herrührt; namentlich scheint Gips in grosser Menge vorzukommen.

Über die Veränderungen, welche das Rheinwasser im Laufe von Mannheim nach Worms erfährt, liegen zwei Bestimmungsreihen vor, deren Resultate aber nur eine orientierende Grundlage geben können.

Die eine Untersuchung war am 9. April 1899 nach längerer Trockenheit bei 10,5° Wassertemperatur, die andere am 21. Juni 1901 bei trockenem Wetter bei 16,3° Temperatur, in beiden Fällen bei mittlerem Wasserstande gemacht worden.

Die Zahlen vom 21. Juni 1901 sind:

In 1 Liter sind mg gelöste Substanzen (in 1 m Tiefe):

Rhein		NH_3	N_2O_5	Salpetrige Säure	Cl	SO_3	O	Trocken-rückstand	CaO	MgO	Härte
Unterhalb Rennersdorf, Mitte des Stromes		Spur	Spur	—	8,9	40,0	1,1	218,6	—	—	8,0
Bei der Oppauer Fähre 60 m vom Ufer	rechts	„	—	Spur	10,6	42,0	0,9	201,2	67,8	13,6	8,7
	links	—	—	„	8,9	42,4	1,2	186,0	65,9	12,5	8,3
Unterhalb des Frankenthaler Kanals 30 m vom Ufer	rechts	Spur	Spur	Spur	8,9	29,6	0,6	175,0	61,0	13,0	7,9
	links	„	„	0,13	14,2	47,0	0,9	245,0	73,1	25,6	10,9
Bei dem Wormser Wasserwerk 30 m vom Ufer	rechts	—	—	Spur	9,9	29,6	1,1	243,0	65,3	16,9	8,9
	links	Spur	Spur	—	7,8	26,4	1,0	190,3	65,8	11,4	8,2
Neckar	bei Mannheim (Flosshafen)	„	„	0,15	56,2	113,6	1,0	698,5	160,0	27,0	19,8
	bei Heidelberg	„	„	Spur	38,3	104,8	1,3	471,5	132,5	37,6	18,5

Die vorliegenden Zahlen erlauben kaum einen weiteren Schluss als den, dass die Schwankungen der Zusammensetzung des Wassers ziemlich erhebliche sind, ohne dass etwa eine nähere Beziehung zu den verunreinigenden Einflüssen sich hat erweisen lassen. Hierzu wären bei dem gewaltigen Profil des Rheines eine viel grössere Anzahl von Untersuchungen notwendig gewesen. Die Wassermasse des Rheines ist so gross, dass nicht einmal das Neckarwasser einen unzweifelhaften Einfluss auf dessen Zusammensetzung geübt hat. Nur vermutungsweise lassen sich die Resultate so deuten, dass bei der Oppauer Fähre die Probe am linken Ufer offenbar ausserhalb des Stromes der Ludwigshafener Fabrikabwässer stand, während sie bei Frankenthal in diese Zone hineingeriet. Die Zahlen für Worms rechtes und linkes Ufer bleiben unverständlich. Die bakteriologischen Verhältnisse ergaben in den zwei Untersuchungsreihen:

Keime in 1 ccm:

		links	rechts
Rhein.	Oberhalb der Rheinbrücke, Strommitte		4200—11200,
	bei der Oppauer Fähre, 20 m vom Lande	2000—8000	4600—8000,
	unterhalb des Frankenthaler Kanals, 20 m vom Lande	4800—50000	9800—10000,
	bei Worms, 30 m vom Lande	5600—7000	1000—10000;
Neckar.	Bei Mannheim unterhalb der Sielmündung, 20 m vom Lande	30000—50000	3500—4800.

Auch bei diesen Erhebungen sind die Schwankungen ausserordentlich gross; die Zahl der Untersuchungen hätte, um Mittelwerte zu erhalten, ganz erheblich vermehrt werden müssen. Offenbar spielen zufällige Einflüsse eine ganz bedeutende Rolle.

Sichergestellt scheint nur, dass der Neckar auf der linken Seite, wo das grössere provisorische Siel Mannheims mündet, reicher an Bakterien ist, wie auf der rechten Seite, wo der Ablauf für die Neckarvorstadt sich befindet. Der Frankenthaler Kanal führt in einem Falle eine Mehrung der Bakterien herbei, in einem zweiten Falle fehlte aber diese.

Eine Zunahme der Bakterien vor Worms lässt sich auf Grund des vorliegenden Materials nicht beweisen. Diese ziemlich negativen Befunde der vorstehenden Untersuchungen betreffs einer Flussverunreinigung auf der Strecke Mannheim-Worms lassen sich ohne weiteres begreifen, wenn man die Grade der Verdünnung des Sielwassers im Rheinwasser in Betracht zieht.

Die Zusammensetzung des Kanalwassers für Mannheim ist zur Zeit nicht näher untersucht worden; es kann angenommen werden, dass dasselbe in seiner Beschaffenheit einer schwemmkanalisierten Stadt entspricht; jedenfalls ist diese Annahme zu ungunsten des definitiven rechnerischen Resultates; weiter wäre zu bedenken, dass das Abwasser einen ziemlich geräumigen Sandfang passiert und tatsächlich im Neckar einen grossen Teil seiner Schwebestoffe absetzt.

Es sei die Zusammensetzung des Sielwassers wie folgt angenommen:

1 Liter enthält:

Schwebestoffe:		Gelöstes:	
Unorgan.	Organ.	Unorgan.	Organ.
271	446	797	365
1879 mg,			

195 Sek.-Liter Kanalwasser können dann liefern:

366,4 g Schwebestoffe und Gelöstes und 139,8 g Schwebestoffe allein (organisch und unorganisch); 1 Liter Käferthaler Leitungswasser liefert 290 mg Rückstand; 195 Liter also 56,5 g.

Somit beträgt die wahre Verunreinigung 309,9 g Schwebestoffe und Gelöstes und 139,8 Schwebestoffe allein pro Sek. Diese verteilen sich an einigen Tagen im Jahr auf 450 000 Liter Rheinwasser, $3^1/_2$ Monate auf 900 000 Liter Rheinwasser, in den übrigen Zeiten auf mehr Wasser, woraus im Maximum auf 1 Liter Rheinwasser

$$\frac{309\,900}{450\,000} \text{ mg} = 0{,}69 \text{ mg Schwebestoffe und Gelöstes}$$

oder

$$\frac{309\,000}{900\,000} \text{ mg} = 0{,}34 \text{ mg Schwebestoffe und Gelöstes}$$

treffen und an Schwebestoffen (organisch und unorganisch) allein:

$$\frac{139\,800}{450\,000} = 0{,}31 \text{ mg pro 1 Liter und } \frac{139\,800}{900\,000} = 0{,}16 \text{ mg pro 1 Liter.}$$

Die übliche Wasseranalyse ist überhaupt nicht in der Lage, solche Veränderungen bei vollkommener Mischung nachzuweisen, ganz abgesehen von den natürlichen Schwankungen des Rheinwassers.

Selbst für die bakteriologische Untersuchung liegen bei diesen hohen Graden der Verdünnung die Chancen des Nachweises bei den natürlichen erheblichen Schwankungen des Bakteriengehaltes im Flusse ungünstig; bei einem mittleren hohen Bakteriengehalt von 8 Milliarden pro 1 Liter, wie man ihn in den Morgenstunden im Berliner Sielwasser findet, könnte 1 ccm Rheinwasser nach vollständiger Mischung mit solchem Sielwasser sich ungünstigsten Falles nur um:

$\frac{1560 \text{ Milliarden}}{0{,}45 \text{ Milliarden}} = 3466$ Keime ändern, bei Mittelwasser nur um

$\frac{1560 \text{ Milliarden}}{1{,}25 \text{ Milliarden}} = 1248$ Keime pro ccm, was mit Rücksicht auf die Sedimentierung im Schlammfang und Neckar und etwaige Minderung durch Selbstreinigung im Laufe des Rheines selbst zu hoch gegriffen ist.

Tatsächlich hat sich ein über die Fehlerquellen der Untersuchung hinausgehendes Anwachsen des Keimgehaltes nicht erweisen lassen.

So wenig zu bezweifeln ist, dass dem Rheine gegenwärtig bereits sehr erhebliche Mengen von Abwässern aus Städten zugeführt werden, und obgleich man diese Einläufe für gewisse Wegstrecken im Wasser selbst sichtlich zu verfolgen im Stande ist, so lässt sich doch bakteriologisch nicht erweisen, dass irgend eine dauernde Verunreinigung, welche als sanitäre Flussverunreinigung anzusprechen ist, gegenwärtig sich findet; was um so beachtenswerter erscheint, als oben S. 345 und 346 auch Belege für den ausgedehnten Schiffs- und Personenverkehr gegeben worden sind.

Die Fälle von Erkrankungen unter Schiffern sind, wie berichtet, nicht häufig. Vom Landkreis Mannheim ist in zehn Jahren ein einziger Fall gemeldet, von Worms desgleichen ein Fall in elf Jahren, in Mannheim in den letzten drei Jahren 4—5 Fälle jährlich. Es ist aber natürlich nicht zu erweisen, an welchen Orten während der Rheinfahrt sie sich infiziert haben, und ob dies überhaupt durch Rheinwasser geschehen ist.

Die Beobachtungszeit von 3 Jahren in Mannheim ist bei den kleinen Zahlen allerdings zu gering, um ein zuverlässiges Mittel zu geben.

Sanitäre Verhältnisse in Worms.

In der Beurteilung der nachstehend weiter zu behandelnden Fragen spielt der Einspruch der Stadt Worms eine bedeutungsvolle Rolle, daher mögen zunächst an dieser Stelle die einschlägigen sanitären Verhältnisse dieser Gemeinde einer Besprechung unterzogen werden.

Die Stadt selbst liegt in ihrer Hauptausdehnung nicht am Rhein, sondern zieht sich landeinwärts. Bei der Volkszählung vom 1. Dezember 1900 zählte sie 40705 Einwohner, 1892 nur rund 25400 Einwohner.

Die Gesammtmortalität und Typhusmortalität ergiebt sich aus folgender amtlichen Zusammenstellung.

Jahr	Typhus-mortalität	Gesamt-mortalität
1892	1	620
1893	6	628
1894	4	559
1895	5	705
1896	1	664
1897	2	599
1898	3	712
1899	4	717
1900	1	798
1901	4	801
Mittel:	3,1	680,3

Die in 10 Jahren gemeldeten Erkrankungsfälle betragen pro Jahr 14 Fälle, auffallend wenig, mit Rücksicht auf die durchschnittliche jährliche Mortalität von 3 Fällen. Von den gemeldeten Fällen waren im Durchschnitt 2, die von auswärts eingeschleppt worden waren. In der ganzen Beobachtungsperiode war ein einziger Fall auf einem Rheinschiff gemeldet worden.

Die Wasserversorgung von Worms besteht in einem Sandfilterwerk, welches oberhalb der grossen Rheinbrücke das Wasser des Rheines ganz nahe dem Ufer schöpft. Ausser Worms erhebt im Grossherzogtum Hessen kein Ort Anspruch auf das Wasser aus dem Rhein zu Trinkzwecken.

In der Stadt befinden sich noch 9 Pumpbrunnen und 451 Privatbrunnen, wovon 309 auf die eingemeindeten Orte Hochheim, Neuhausen und Pfiffligheim treffen.

Man hatte früher Bohrungen auf Grundwasser vorgenommen, welche durchaus nicht ungünstig ausgefallen waren, besonders befriedigend waren solche in der Nähe des Rheins, wobei allerdings die Übereinstimmung mit dem Rheinwasser eine sehr weitgehende war und es sich weniger um Grundwasser als um angesaugtes Rheinwasser handeln mochte.

Auf die Möglichkeit, am rechten Rheinufer nach Wasser zu bohren, wurde damals verzichtet, weil noch keine feste Brücke vorhanden war, die für die Rohrlegung hätte benutzt werden können. Auch war damals die Enteisenungsmethode des Trinkwassers noch nicht in Gebrauch, so dass eisenhaltige Grundwässer als mangelhaft angesehen wurden. Die Aussicht auf reichliches Grundwasser rechts des Rheines scheint aber durchaus gegeben. Es verblieb aber tatsächlich bei der Anlage eines Filterwasserwerkes.

Das Wasser liefert pro Liter (bei 9 Härtegraden):

Rückstand	188 mg,
Cl	11 mg,
Oxydierbarkeit	0,7 mg

(März 1901).

Die Schwankung des Rohwassers betrug 1901 zwischen 1008—4800 Keime. Das Filtrat zeigt im allgemeinen niedrige Keimzahlen, in seltenen ganz vereinzelten Fällen eine Überschreitung der Zahl von 100, daneben bisweilen minimale Zahlen von nur 2—5 Keimen pro ccm. Die Temperaturen schwanken zwischen 2° im Februar bis 21° im Juli.

Gewöhnlich halten sich die Filter 15—18 Tage im Betrieb, bei ungünstigen Wasserverhältnissen aber nur 4—5 Tage, ja bei starkem Hochwasser verlegen sie sich schon in einem Tage.

Irgend welche ungünstigen Einflüsse der bisherigen Beschaffenheit des Rheinwassers auf das Wasserwerk in Worms lassen sich nicht nachweisen, ebensowenig Beziehungen der Typhusvorkommnisse zur allgemeinen Wasserversorgung.

Beurteilung des generellen Projektes der Schwemmkanalisation Mannheims nach dem Rhein.

Nach den obigen Darlegungen haben verschiedene Gründe dahin gewirkt, für die Gemeinde ein umfassendes Projekt des Schwemmsystems vorzulegen. Einmal die Unmöglichkeit mit Rücksicht namentlich auf den Schiffsverkehr, die bisherige Einleitung in den Neckar beizubehalten, ferner die berechtigte Befürchtung, dass das Schmutzwasser in den Industriehafen gelange, endlich die Notwendigkeit für die eingemeindeten Vororte eine geeignete Entwässerung zu schaffen. Das Projekt ist aber im wesentlichen erst im Laufe mehrerer Jahrzehnte in seinem vollen Umfang zur Durchführung zu bringen. Vorläufig und für die nächsten Jahre werden bei rund 200000 Einwohnern (inkl. Eingemeindung) die Schmutzwassermengen verhältnismässig geringe sein (gegen 600 Sek.-Liter), sie können aber bei einem Anwachsen Mannheims auf 400000 Einwohner sich auf 1000 Sek.-Liter steigern. Die Stadt hat aber die Genehmigung erhalten bis zu 1300 Sek.-Liter abzuführen.

Die Beschreibung der Gesamtanlage enthält folgende wesentlichen Punkte, gemäss der Vorlage an den Bürgerausschuss.

Das Bauprojekt.

Ermittelung der Abflussmengen.

I. Allgemeines.

Es wurde das ganze Entwässerungsnetz (vergl. Tafel VIII — Entwässerung der Stadt Mannheim und der Vororte) so bestimmt, dass sämtliche Schmutzwässer an einer Stelle zusammenlaufen. Als passendste Stelle für die Errichtung der Kläranlage wurde ein Platz auf der Friesenheimer Insel gefunden, von wo aus dann die gereinigten Abwässer über die Friesenheimer Insel geführt werden und unterhalb der Oppauer Fähre in den Rhein einmünden.

Die Lage der Regenauslässe ist durch die örtlichen Verhältnisse gegeben. Sie finden sich überall da, wo ein grösseres Stadtgebiet in der Nähe des Rheines oder des Neckars einen Tiefpunkt besitzt.

Der Berechnung der zum Abfluss kommenden Brauch- und Regenwässer sind zugrunde gelegt:

a) Brauchwasser.

Es ist angenommen, dass in den dichtest bevölkerten Stadtgebieten 400 Einwohner auf den Hektar kommen; für weniger dicht bebaute Gebiete sind 250 und für die Vororte 200 Einwohner auf ein Hektar berechnet, der Wasserverbrauch zu 160 Liter täglich für den Kopf der Bevölkerung mit der Massgabe, dass die Hälfte dieses Wasserverbrauchs innerhalb 9 Stunden zum Abfluss gelangt. Unter diesen auf Erfahrung beruhenden Voraussetzungen berechnet sich der sekundliche Abfluss für 1 ha bebauten Gebietes:

bei	400	Einwohnern	zu	1,0 Liter,
„	250	„	„	0,7 „ ,
„	200	„	„	0,5 „ .

b) Regenwasser.

Als stärkster zu erwartender Niederschlag ist ein solcher angenommen, der bei der Dauer von einer Stunde 45 mm Regenhöhe ergeben würde. Auf 1 ha Fläche fallen dann in der Sekunde 125 Liter. Es wird vorausgesetzt, dass in dicht bebauten Stadtgebieten $^2/_3$ der Niederschlagsmenge in die Kanäle gelangen; das sind 84 Liter in der Sekunde auf 1 ha Fläche. Bei weniger dichter Bebauung soll die Hälfte und in den Gebieten mit offener Bauweise ein Drittel der auf die Erde niederfallenden Regenmengen zum Abfluss in die Kanäle kommen; es ergeben sich also hier 63 und 42 Sek.-Liter auf 1 ha.

Diese ausserordentlich starken Regen dauern aber erfahrungsgemäss immer nur kurze Zeit, und man ist deshalb berechtigt, noch einen sogenannten Verzögerungskoëffizienten in Rechnung zu stellen, welcher hier zu $\frac{1}{\sqrt[4]{F}}$ angenommen ist, wobei F den Flächeninhalt des an einem bestimmten Punkte zu entwässernden Gebietes bezeichnet.

2. Gebiet auf dem linken Neckarufer.

a) Neckarau.

Der Vorort Neckarau ist so tief gelegen, dass die Abwässer nicht unmittelbar in das verlängerte Kanalnetz Mannheims eingeführt werden können. Der tiefste Punkt des bewohnten Gebietes liegt am Südende, und da auch hier der Rhein sich am meisten dem Wohngebiet nähert, so ist der Platz zur Anlage einer Pumpstation gegeben. Es ist wünschenswert, auch das Brauchwasser Neckaraus bis zu seiner doppelten Verdünnung durch Regenwasser nach der Kläranlage auf der Friesenheimer Insel abzuführen, und dasselbe soll deshalb in der Pumpstation so hoch gehoben werden, dass es in einem in der Schwetzinger Strasse vorgesehenen Siel abfliesst und an der Ecke des Kaiserrings und der Bahnhofstrasse in das Ringsiel einmündet. Aber auch hier soll die Benützung des Ringsiels nur eine vorläufige sein; sobald noch weitere Gebiete von Neckarau angeschlossen werden sollen, wird auf der Ostseite des Kaiser- und Friedrichsringes ein besonderes Siel erstellt werden, welches die Schmutzwasser nach dem rechten Neckarufer überführen soll. Das jetzt für die Bebauung

in Aussicht genommene Gebiet der ehemaligen Gemarkung Neckarau umfasst 218,8 ha. Gemäss den gemachten Annahmen ist also auf eine Schmutzwassermenge von rund 110 Sek.-Liter zu rechnen und sind für die Überführung nach der Kläranlage $2 \times 110 = 220$ Sek.-Liter in Aussicht zu nehmen. Das dem Pumpwerk von Neckarau über das Mass von 220 Sek.-Liter zufliessende Wasser wird auf kürzestem Wege nach dem Rheine (Notauslass) befördert. Bei einem stärksten Regen werden nach den gemachten Annahmen an Regenwasser zufliessen $\frac{218{,}0 \times 42}{\sqrt[4]{218{,}8}} = 2400$ Sek.-Liter. Das Notauslass-Pumpwerk muss demnach eine Leistungsfähigkeit von $2400 - 110 =$ rund 2300 Sek.-Liter besitzen.

b) Ehemalige Gemarkung Mannheim.

Das Kanalnetz der ehemaligen Gemarkung Mannheim entwässert nach dem Pumpwerk am Graben. Das ganze Gebiet umfasst ausschliesslich des Bahnhofs 717 ha, davon sind 327 ha dicht bewohnt. Diese Gebiete liefern somit 327 Sek.-Liter Brauchwasser. Für die weiteren 390 ha sind 280 Einwohner pro ha vorausgesetzt. Aus diesem Gebiet kommen somit 273 Sek.-Liter zum Abfluss, zusammen 600 Sek.-Liter.

Nach dem Pumpwerk am Graben soll aber von dem Regenwasser nur dasjenige aus der Innenstadt, Schwetzinger-Vorstadt und dem Jungbusch gelangen. Die Innenstadt mit 140,56 ha ist als dicht bebaut vorausgesetzt, so dass hier 84 Sek.-Liter pro ha zum Abfluss gelangen. Für das Gebiet der Baumschulgärten mit 11,3 ha, der Schwetzinger-Vorstadt mir 50,0 ha und des Jungbuschs mit 30,0 ha sind 63 Sek.-Liter pro ha in Rechnung gestellt. Die beim Pumpwerk am Graben in der Sekunde zufliessende Regenwassermenge berechnet sich deshalb zu 4500 Sek.-Liter.

Das Gebiet der östlichen Stadterweiterung mit ihrer künftigen Ausdehnung bis zu der Bahnlinie nach Waldhof und einschliesslich des Erweiterungsgebietes der Schwetzinger-Vorstadt umfasst eine Fläche von 346 ha. Das Schmutzwasser bis zu seiner doppelten Verdünnung fliesst, wie schon erwähnt, nach der Pumpstation am Graben. Sobald aber noch weitere Regenmengen dazu kommen, würde der Sammelkanal in der Ringstrasse den Zulauf nicht mehr bewältigen können. Durch ein in der Prinz-Wilhelmstrasse ausgeführtes Regenwassersiel tritt dann eine Entlastung nach einer Notauslass-Pumpstation ein, welche an der Ecke der Collini- und Nuitsstrasse errichtet werden soll.

In ähnlicher Weise ist auch für das 139 ha umfassende Lindenhofgebiet eine Pumpstation in Aussicht genommen, welche eine Entlastung des Kanalnetzes nach dem Rhein beim Schnickenloch bewirken wird. Über die Leistungsfähigkeit der beiden Pumpwerke sind genaue Bestimmungen noch nicht getroffen, da dieselben wesentlich von der Art und Weise der Bebauung abhängen werden. Vorläufig fliessen somit auch die Regenwasser dem Pumpwerk am Graben zu.

3. Gebiet auf dem rechten Neckarufer.

Auf dem rechten Neckarufer sind durch die natürliche Bodengestaltung zwei scharf getrennte Gebiete zu unterscheiden, das hochwasserfrei gelegene Gebiet östlich der alten Frankfurterstrasse und das Tiefgebiet.

c) Tiefgebiet.

Das Tiefgebiet umfasst eine Fläche von rund 450 ha. Die Schmutzwassermenge ist zu $^2/_3$ derjenigen aus dem südlich des Neckars gelegenen Teile der alten Gemarkung Mannheim, also zu $^2/_3 \times 600 = 400$ Sek.-Liter angenommen. Es würde dies einer Einwohnerzahl von etwa 160000 Seelen entsprechen oder einer durchschnittlichen Bevölkerungszahl von 350 Köpfen auf 1 ha. Die verschiedenen Sammelkanäle laufen im sogenannten Ochsenpferch zusammen und bringen hierher auch das Regenwasser aus der Niederung. Die Menge desselben berechnet sich zu 4100 Sek.-Liter.

d) Das Hochgebiet.

Die natürliche Höhenlage des Gebietes östlich der alten Frankfurterstrasse ist eine solche, dass von dem grössten Teile desselben die Schmutzwasser im natürlichen Gefälle nach der Kläranlage auf der Friesenheimer Insel abfliessen können. Es geschieht dies durch 3 Hauptsammelkanäle. Der erste derselben, der in die nach Sandhofen führende Landstrasse zu liegen kommt, nimmt die gesamten Abwässer des Waldhofgebietes auf. In dem zweiten Hauptsammler, welcher durch die Ladenburgerstrasse, Mittelstrasse und Riedstrasse (Käferthal) bis zum Sandlochweiher zieht und von hier aus im Riedweg bis zum Luzenberge weitergeführt wird, münden alle Entwässerungskanäle Käferthals. Südwestlich von Käferthal zieht eine natürliche Wasserscheide gegen Waldhof hin und für die südwestlich davon gelegene Fläche ist deshalb ein dritter Sammler vorgesehen, welcher, von der Käferthalerstrasse ausgehend, das neue Kasernengebiet im Westen berührt und sodann in der alten Frankfurterstrasse und Hochuferstrasse nach dem Luzenberg verläuft. Hier vereinigen sich sodann die 3 Hauptsammelkanäle zu einem Stammsiel, welches in dem Strassen- und Eisenbahndamm den Altrhein übersetzt und in die Kläranlage einmündet. Dieser letzte Teil der Anlage soll aber vorerst noch nicht zur Ausführung kommen, sondern es ist beabsichtigt, das Wasser in den Kanal der Waldhofstrasse einzuleiten und durch diesen vorläufig auch nach dem Ochsenpferch abzuführen. Erst in späterer Zeit wird direkte Überführung nach der Friesenheimer Insel zur Ausführung gelangen.

Das gesamte vorerst für die Bebauung bestimmte Gebiet auf dem Hochgestade umfasst einen Flächeninhalt von 405,3 ha und es sind aus diesem somit 203 Sek.-Liter Brauchwasser zu erwarten.

Da, wie schon oben erwähnt, die Anordnung von Regenauslässen nach dem Flosshafen von der Grossherzoglichen Staatsregierung als unzulässig erklärt wurde, so muss auch das Regenwasser nach der Friesenheimer Insel übergeleitet und dem offenen Rheinstrome zugeführt werden. Um nun diese sehr kostspieligen Bauten in geringeren Abmessungen ausführen zu können, ist beabsichtigt das Regenwasser aus einem 140 ha grossen Gebiet beim Exerzierplatz nicht nach dem Rheine, sondern nach dem **Neckar** abzuführen, aber erst dann, wenn durch das hinzugekommene Regenwasser schon eine sechsfache Verdünnung des Brauchwassers erreicht worden ist.

Nach der Friesenheimer Insel sind demnach später überzuleiten
aus 405,3 — 140,0 = 265,3 ha = 2493 Sek.-Liter,
hierzu Schmutzwassser rund . . 130 „ ,
zusammen 2625 Sek.-Liter.

Hierzu kommt noch aus dem 140 ha grossen Gebiet das Schmutzwasser bis zur sechsfachen Verdünnung also = 420 Sek.-Liter. Die gesamte Wassermenge, welche auf die Friesenheimer Insel überzuführen ist, beträgt somit 3045 Sek.-Liter, davon sind 405 Sek.-Liter der Kläranlage zu übergeben, die übrigen 2640 Sek.-Liter können in einem Regenauslass direkt in den Rhein eingeführt werden.

Aus dem oben abgesonderten Gebiet von 140 ha kommen bei stärkstem Regen zum Abfluss $\frac{42 \times 140}{\sqrt[4]{140}}$ = 1710 Sek.-Liter,
hierzu . . . . 70 „ Schmutzwasser,
gibt 1780 Sek.-Liter.

Davon werden 420 Sek.-Liter nach der Friesenheimer Insel abgeleitet, der Rest mit 1360 Sek.-Liter soll durch einen in der Fohlenweide anzulegenden Regenauslass dem Neckar übergeben werden.

e) Zwischengebiet.

Endlich ist noch ein kleines, rund 18,5 ha umfassendes Gebiet zu entwässern. Es ist deshalb beabsichtigt, die hier entstehenden Brauchwässer im Betrage von 18,5 × 0,5 = 9,25 Sek.-Liter bis zur doppelten Verdünnung den Entwässerungskanälen in der Niederung und durch diese somit dem Ochsenpferch zuzuführen. Die überschiessende Wassermenge bei stärkerem Regen soll aber auch dem Regenauslass in der Fohlenweide zugeteilt werden. Es sind dies 366 Sek.-Liter. Der Neckar hat somit aufzunehmen im Maximum 1360 + 366 = 1726 Sek.-Liter. Auch dieser Regenauslass soll aber vorerst noch nicht zur Ausführung kommen, es werden vielmehr sowohl Brauch- wie Regenwasser bis auf weiteres durch das Siel in der Käferthalerstrasse aufgenommen und nach dem Ochsenpferch abgeleitet.

Beschreibung der Bauten.

I. Gebiet auf dem linken Neckarufer.

a) Neckarau.

Der Vorort Neckarau gibt seine Abwässer durch ein System von Seitenkanälen an 2 Sammelsiele ab. Die gemeinsame Endstrecke bis zum Pumpwerk wird durch ein Tunnelprofil (160/200) gebildet, welches weitere 1,5 ha entwässert.

Die Spülung des Kanalnetzes erfolgt von einem am höchsten Punkte des Ortes beim Kriegerdenkmal angeordneten Spülreservoir, von welchem Spülkanäle nach östlicher und westlicher Richtung ausgehen.

Die Fläche zwischen der Schwetzinger Landstrasse und der Rheintalbahn entwässert direkt in das Ableitungssiel nach Mannheim.

Pumpwerk.

Das Entwässerungsgebiet von Neckarau ist so tief gelegen, dass aus dem grössten Teile desselben die Abwässer nur durch künstliche Hebung nach dem altstädtischen Kanalnetz beziehungsweise bei stärkeren Regenfällen und gleichzeitig höheren Wasserständen nach dem Rhein geschafft werden können. Diese Aufgabe hat ein Pumpwerk zu erfüllen, welches am Südende von Neckarau in der Nähe des Hochwasserdammes errichtet werden soll. Bei dem Entwurf desselben musste auf die Möglichkeit der Vergrösserung der Entwässerungsgebiete Bedacht genommen werden, und es wurde demgemäss seine Leistungsfähigkeit zu 150 Sek.-Liter für das Dauer- und zu 3500 Sek.-Liter für das Regenwasser-(Not-)Pumpwerk, insgesamt zu 3650 Sek.-Liter gegenüber der oben berechneten von rund 2300 Sek.-Liter bestimmt. Dies geschah hauptsächlich mit Rücksicht auf die vielleicht später sich als wünschenswert erweisende Ableitung auch der Rheinauer Abwässer nach der Mannheimer Kläranlage.

b) Ehemalige Gemarkung Mannheim.

Kanalnetz.

Das Kanalnetz der auf dem linken Neckarufer gelegenen Stadtteile Mannheims hat in den letzten Jahren eine bedeutende Erweiterung erfahren und kommt für die Altstadt Mannheim nur noch der Umbau der Pumpstation am Graben in Betracht.

Pumpwerk am Graben.

Bei dem Pumpwerk am Graben fliessen nach den getroffenen Anordnungen zusammen:

α) bei Trockenwetter

aus der ehemaligen Gemarkung Mannheim	600 Sek.-Liter,
aus Neckarau	110 „
zusammen	710 Sek.-Liter.

Diese Wässer sind bis zur doppelten Verdünnung nach dem rechten Neckarufer überzuführen, also muss dieses Siel eine Leistungsfähigkeit von $2 \times 710 = 1420$ Sek.-Liter besitzen.

β) Bei Regenwetter

rund	5000 Sek.-Liter,
nach dem rechten Ufer gehen	1420 „ „
also sind . . .	3580 Sek.-Liter

oder rund 3600 Sek.-Liter nach dem Neckar zu befördern.

Auf Grund der Erfahrung, dass die stärksten Regenfälle nicht mit höheren Flusswasserständen zusammenzufallen pflegen, hat man für die Berechnung der Maschinenleistungen die Annahme gemacht, dass bei Wasserständen über 7,5 m Pegel nur die Hälfte der oben ermittelten Wassermenge, also 1800 Sek.-Liter zu bewältigen seien.

Durch einen Umbau soll das Pumpwerk, welches zur Zeit eine Leistungsfähigkeit von 800 Sek.-Liter hat, auf 3600 Sek.-Liter Leistung normiert werden.

Der alte Sandfang ist in der neuen Anlage nicht mehr zu verwenden; an seine Stelle tritt ein weiter rechteckiger Vorraum, in welchem sich die einmündenden Kanäle vereinigen, um ihre Abwässer an einen gemeinschaftlichen Kanal (1,40 × 1,50) abzugeben, der die Verbindung mit dem Neckardücker herstellt. Sobald die Kanalwassermenge das Doppelte des gewöhnlichen Schmutzwassers bei vollständigem Ausbau des hierher entwässernden Gebietes übersteigt, wird das eingebaute Wehr überflutet, und es gelangt das überfliessende Wasser nach Passierung eines Rechens entweder direkt in das Ableitungssiel nach dem Neckar, oder bei höheren Wasserständen nach der Sauggallerie des Pumpwerks, um von da nach dem Neckar übergepumpt zu werden. Bis die Bebauung sich auf das ganze Gebiet der ehemaligen Gemarkung Mannheim ausgedehnt hat, tritt das Notpumpwerk erst bei weitergehender Verdünnung in Tätigkeit.

Die gegenwärtig im Betriebe befindlichen Dampfpumpen und Kessel können in einem Notpumpwerk, welches jederzeit und augenblicklich betriebsfähig sein muss, keine Verwendung finden. Statt ihrer sollen, wie dies auch in den übrigen Kanalpumpwerken beabsichtigt ist, Zentrifugalpumpen mit elektrischem Antrieb verwendet werden. Um die Gesamtleistungsfähigkeit von 3600 Sek.-Liter zu erzielen, wurden drei Pumpen von je 1200 Sek.-Litern Leistung vorgesehen.

Das Notpumpwerk soll mit selbstregistrierenden Pegeln, Beleuchtung usw. ausgerüstet werden.

2. Überleitung nach dem rechten Neckarufer.

Zur Weiterführung der nach dem rechten Neckarufer überzuleitenden 1420 Sek.-Liter ist ein Siel im Profil 1,40 × 1,50 m im Zuge der Grabenstrasse bis zur Neckarvorlandstrasse bereits fertig gestellt. Von der an dieser Stelle zu erbauenden Schieberkammer wird das Siel im gleichen Profil bis zur Uferböschung des Neckars weitergeführt.

Der Fluss selbst wird mit einem Dücker von 1,40 m Lichtweite aus Siemens-Martinblech von 12 mm Wandstärke unterfahren.

In der rechtsseitigen Uferböschung ist abermals ein Schieberschacht vorgesehen. Die Leitung setzt sich sodann wieder als gemauertes Siel fort und gelangt zunächst in die Dammstrasse. In dieser ist auf der Strecke von der 4. bis zur 16. Querstrasse das Vorflutsiel mit dem Spülsiel zu einem Doppelprofil vereinigt.

Unterhalb der letztgenannten Strasse wird das Spülsiel mittels seitlicher Kaskade in das Vorflutsiel eingeführt.

Bei der 17. Querstrasse vereinigt sich das Siel mit dem Hauptsammler des auf dem rechten Neckarufer gelegenen Tiefgebietes, welchem ausserdem noch aus dem Mittelgebiet bei den Brauereien das Schmutzwasser bis zur doppelten Verdünnung zufliesst.

Es treffen also hier weiter ein:

a) Schmutzwasser aus dem Tiefgebiet	400 Sek.-Liter	
„ „ „ Mittelgebiet rund	10 „ „	
zusammen . . .		410 Sek.-Liter;

b) Regenwasser aus dem Tiefgebiet	4100 Sek.-Liter	
„ „ „ Mittelgebiet	10 „ „	
zusammen . . .	4110 Sek.-Liter,	
oder im Maximum	4520 „ „	
rund	4500 „ „	
hierzu vom linken Ufer, rund	1400 „ „	
zusammen	5900 Sek.-Liter.	

Das gemeinschaftliche Endsiel hat einen Querschnitt von 3,40/3,40 m. Vorläufig entwässert hierher auch das Hochgebiet, weshalb dessen Beschreibung an dieser Stelle eingeschaltet werden kann.

3. Gebiet auf dem rechten Neckarufer.

c) Tiefgebiet.

In der Neckarvorstadt und den Neckargärten ist in den letzten Jahren die Kanalisation grösstenteils zur Ausführung gelangt. Dringend erforderlich ist zunächst das Siel, welches von der 19. Querstrasse aus nach der Waldhofstrasse zieht und diese bis zum Luzenberg verfolgt. Das zweite Gaswerk kann nur auf diese Weise entwässert werden, da das Siel in der Industriestrasse zu hoch liegt, um benützt werden zu können.

Gleichzeitig bildet das Siel in der Waldhofstrasse den Hauptsammler für etwaige weitere Gebiete, welche in der Nähe des Industriehafens der Bebauung erschlossen werden sollen. Zur Ergänzung sind dann noch die Siele in der Gartenfeldstrasse und Schimperstrasse aufgenommen worden. Für das Gebiet der langen Rötter ist die Planlegung erfolgt und es ist anzunehmen, dass mit Eröffnung der neuen Kasernen die Baulust hier sich zeigen wird. Es ist deshalb die Kanalisation als ein Bedürfnis der nächsten Zeit anzusehen.

d) Käferthal-Waldhof. (Hochgebiet.)

Das Sielnetz Käferthals entwickelt sich sehr einfach, da der Hauptsammler von Ost nach West mitten durch den Ort zieht und von beiden Seiten die Abwässer aufnimmt.

Dass das Abwasser durch ein Siel im Riedwege nach dem Luzenberge weiter geführt wird, ist schon oben angeführt worden.

Im Vororte Waldhof soll als neu zu entwässernd das Gebiet zwischen der alten Frankfurterstrasse und der preussisch-hessischen Staatsbahn hinzukommen. Den Hauptsammler bildet ein Umfassungskanal, der in der Sandhoferstrasse liegt, diese bis zur Gemarkungsgrenze verfolgt, längs dieser nach dem Ufer des Altrheins zieht und dann in der Landstrasse wieder zurück nach dem Luzenberge verläuft.

Da die chemischen Fabriken bereits eine eigene Abführung ihrer Abwässer nach dem Rhein besitzen, ist es vorläufig nicht notwendig, diesen ganzen Zug auszuführen, es soll deshalb ein Siel von der Waldecke bei der Giesserei von Bopp und

Reuther in der Altrheinstrasse erbaut werden, wovon übrigens schon ein Teil von der Langestrasse ab zur Ausführung gelangt ist.

Am Luzenberge in der Zentralstrasse vereinigen sich die beiden Siele und geben hier, wie schon ausgeführt, ihr Wasser an das Siel in der Waldhofstrasse ab, so dass sich vorerst alle Abwässer aus dem Gebiete rechts des Neckars im Ochsenpferch vereinigen.

Pumpwerk im Ochsenpferch.

Hier in unmittelbarer Nähe des Neckars ist wieder eine günstige Gelegenheit geboten, die überschüssigen Wassermengen abzustossen. Nach den Auflagen der Staatsbehörden müssen die Brauchwässer bis zur doppelten Verdünnung nach der Kläranlage geschafft werden. Es sind dies:

vom linken Ufer	1400	Sek.-Liter
vom rechten Ufer 2 × 410 = rund . .	800	„ „
zusammen	2200	Sek.-Liter.

Der Rest mit 5900—2200 = 3700 Sek.-Litern kann also dem Neckar überliefert werden.

Die Sohle des Endsiels ist auf 87,65 m + NN gelegen. Eine weitere Verlängerung desselben etwa bis zur Kläranlage würde somit sehr tief unter die Oberfläche und in das Grundwasser zu liegen kommen. Da hierdurch grosse Kosten und bei Ausführung ausserordentliche Schwierigkeiten verursacht würden, so beschloss man, mit dem Notauslass-Pumpwerk noch ein Dauerpumpwerk zu verbinden, welches die Abwässer bis zu dem Betrage von 2200 Sek.-Liter so hoch hebt, dass dieselben in die entsprechend erweiterten Entwässerungssiele des Industriehafens abfliessen können.

Die ganze Anlage zerfällt also in zwei Teile:

1. das Dauerpumpwerk,
2. das Notpumpwerk.

Als geeignetste Stelle für das Pumpwerk wurde das Terrain zwischen dem Bahndamm der preussisch-hessischen Staatsbahn, der Bahnhoferweiterung derselben und der Helmholtzstrasse gewählt, welche Anordnung gleichzeitig die kürzeste Kanallänge und die beste Ausnützung des verfügbaren Platzes bedeutet.

Beim Eintritt in das Pumpwerk zweigt vom Stammsiel der Regenauslasskanal mit einseitigem Banket und lichtem Profil 4,00 × 4,40 m ab. Hinter demselben vermindern sich die Abmessungen auf 2,00 × 2,00 m (Kreisprofil), welches bis zur Einmündung in den Neckar beibehalten ist. Die Druckgallerie des Notpumpwerks ist in gleichen Dimensionen wie die Sauggallerie desselben und symmetrisch zu ihr projektiert. Sie setzt sich in der Ablaufsrichtung ebenfalls in einem kreisförmigen Kanal von 2,00 × 2,00 m fort, welcher hinter dem Pumpwerk in den Regenauslasskanal mündet.

Der Abschluss des Saugraumes bei höheren Neckarwasserständen wird durch zwei hinter einander liegende Spindelschieber 2,00 × 2,00 m bewerkstelligt.

In dem Stammsiel vor dem Pumpwerk sammeln sich die Schmutzwässer des ganzen tiefliegenden Stadtgebietes. Da eine Reinigung derselben vorher nicht vorge-

nommen wird (von dem Sandfang vor dem Neckardücker abgesehen), gelangen die gesamten mitgeführten Schmutzstoffe in das Pumpwerk. Mit Rücksicht auf einen geordneten Pumpenbetrieb wie auch die Reinhaltung der Dücker unter der Flossschleuse und der Kammerschleuse ist die Ausscheidung wenigstens der gröbsten Verunreinigungen erwünscht. Nach der Natur derselben soll ihre Ausscheidung geschehen durch Sandfänge, Rechenapparate und Schwimmstoffabscheider.

Wie bereits erwähnt, sind drei Sandfänge angeordnet worden, wovon der einzelne 600 Sek.-Liter Schmutzwasser (unverdünnt) bewältigen soll. Für den vollen Ausbau mit 1120 Sek.-Liter genügen sonach zwei Sandfänge, während der dritte als Reserve benutzt wird. Die Konstruktion derselben ist so gewählt, dass vom Einlauf bis gegen den Auslauf hin die Geschwindigkeit des Wassers allmählich verringert wird. Dadurch wird einer Wirbelbildung, welche der Sedimentierung sowie dem beabsichtigten Aufsteigen der schwimmenden Stoffe hinderlich ist, am besten vorgebeugt. Die Breite der Sandfänge wurde mit Rücksicht auf die einzubauenden Apparate zu durchgehends 2,00 m, die Länge zu 7,00 m angenommen.

Der Wasserquerschnitt beträgt beim Einlauf 1,2 qm und wächst auf 3,3 qm an der tiefsten Stelle an. Nimmt man von letzterer Fläche 2,5 qm als vom Wasser durchflossen, das übrige als von Sinkstoffen ausgefüllt an, so reduziert sich die mittlere Wassergeschwindigkeit auf $\frac{0,6}{2,50} = 0,24$ m Sek. Die Zeit, welche das Wasser im Sandfang zubringt = 22 Sek. Die ermittelte Geschwindigkeitsverminderung und Aufenthaltsdauer im Sandfang dürften hinreichen, um ein Niederschlagen der schweren Teilchen und ein Aufsteigen der Schwimmkörper zu sichern.

Zum Abfangen dieser letzteren (insbesondere von Fett, Öl, Fäkalien usw.) ist am Ende jedes Sandfanges ein besonderer Apparat vorgesehen. Die Einrichtung desselben besteht darin, die Wasseroberfläche und damit die Schwimmkörper auf pneumatischem Wege zu heben und damit in einen besonderen Raum zu bringen.

Nachdem durch Sandfänge und Schwimmabscheider die schwersten und leichtesten Teile aus dem Schmutzwasser beseitigt sind, müssen auch die schwebenden Körper bis zu einem gewissen Grade aus dem Wasser entfernt werden. Dies soll durch Absieben vermittels eintauchender Rechen geschehen.

Voluminöse Körper wie grössere Holzstücke, Schlächtereiabgänge, Tierleichen usw., welche meistens auf unrechtmässigem Wege in die Kanäle gelangen und das Funktionieren der Reinigungs- und Transportapparate stören können, sollen vor Eintritt in den Sandfang durch einen Grobrechen mit 5 cm Durchgangsweite abgefangen werden. Die Reinigung desselben erfolgt im Bedarfsfalle von Hand vermittels Kratzen und dergl.

Eine automatische Reinigung ist dagegen bei den hinter den Schwimmstoffabscheidern angeordneten Feinrechen vorgesehen. Der eigentliche Rechen besteht aus einem Eisenrahmen, welcher nach Art eines Klaviers mit Stahlsaiten im lichten Abstand von 1,5 cm bezogen ist. Seine Neigung gegen den Horizont beträgt etwa 25°, um ein Durchdrucken der weichen Teilchen möglichst zu verhindern. Die Reinigung des Rechens, d. h. das Abstreifen des aufgefangenen Schmutzes erfolgt durch eine ver-

steifte, mit Lederkante versehene Leiste, welche mit geringem Federdruck längs der Saiten periodisch von unten nach oben bewegt wird. Durch einen Räumer wird der auf der Leiste angehäufte Schmutz zur weiteren Beförderung in eine quer zum Sandfang liegende Förderrinne geworfen. Der Betrieb des Apparates ist ein kontinuierlicher.

Zur Entfernung des Niederschlages in den Sandfängen sind Becherwerke vorgesehen, welche an ihren oberen Enden drehbar gelagert sind und vermittels Flaschenzuges gesenkt oder aus dem Wasser gehoben werden können. In der Arbeitslage bewegen sich die zu füllenden Becher in einer, die Sohle des Sandfanges bildenden geneigten ⊔-Eisenrinne. Nach der Füllung bewegen sie sich aus dem Wasser und werfen ihren Inhalt in eine horizontale Förderrinne, vermittels welcher derselbe in eine Vertiefung im Fussboden der Sandfangräume gelangt. Diese letztere bildet gleichzeitig den Sumpf für ein anderes aufrechtes wenig geneigtes Becherwerk, welches über Terrain führt und das gehobene Material in einen bereitstehenden Transportwagen wirft. Es ist an einem Balancier aufgehängt und kann vermittels desselben aus dem Sumpf herausgehoben und vertikal gestellt werden.

Die von den Feinrechen abgefangene Masse gelangt von den bereits erwähnten, mit Förderband ausgestatteten zu den Sandfängen quergelegten Rinnen in eine unter dem Fussboden befindliche weitere Rinne, die zu dem Sumpf des vertikalen Becherwerkes führt, um sich hier zunächst anzuhäufen und dann nach oben geschafft zu werden. Der Längstransport wird durch ein Kratzband vollzogen. Der Betrieb der Feinrechen und der dazu gehörigen Längs- und Querförderung ist ein kontinuierlicher. Die Sandfangbagger und das Vertikalbecherwerk werden periodisch, d. h. nach Bedarf in Tätigkeit gesetzt.

Hinter dem Feinrechen verengt sich das Durchflussprofil wieder bis zum Eintritt in den Saugraum und kann durch einen Spindelschieber abgesperrt werden. In gleicher Weise erhalten die 3 Einlaufskanäle der Sandfänge je einen Abschlussschieber.

Die Reinigung der von Kanalwasser berührten Objekte erfolgt am bequemsten durch einen Wasserstrahl. Aus diesem Grunde sind die Sandfangräume mit Wasserleitung und einer genügenden Anzahl Hydrantanschlüssen zu versehen. Zum Auspumpen der abgesperrten Sandfänge und dgl. eignen sich besonders Ejektoren, für welche ebenfalls die Wasserleitung zu benutzen ist.

In den sämtlichen Räumen unter Terrain soll eben so wie im Maschinenhause elektrische Beleuchtung eingerichtet werden.

Vor der Abschlusskammer ist ein Wehr angebracht, hinter welchem ein Absturz nach dem Regenauslasskanal sich befindet. In Fällen, wie z. B. bei Besichtigung der unterhalb gelegenen Dücker, wird der Schieber des Absturzes, welcher beim normalen Betrieb, also auch bei Regenfällen geschlossen bleibt, geöffnet und der Abschlussschieber des Fördersieles geschlossen. Es gelangt dann das verringerte Schmutzwasser direkt in den Neckar (Notauslass). Von dieser Einrichtung darf jedoch nur mit jeweiliger Genehmigung der Staatsbehörde Gebrauch gemacht werden. Damit das Schmutzwasser nicht fortwährend den Absturzschieber berührt und zwischen den viel-

leicht nicht ganz dichten Berührungsflächen desselben hindurchsickert, ist der Wehrrücken etwas über die Schmutzwasserfüllhöhe (1,03 m) gelegt.

Der Regen- bezw. Notauslass soll, um das Eindringen von Schlamm in den Industriehafen zu verhüten, erst unterhalb der Flossgasse in den Neckar einmünden. Er verlässt in einem Kreisprofil von 2,0 m Lichtweite das Hauptpumpwerk im Ochsenpferch in nordwestlicher Richtung, unterfährt die Flossgasse rechtwinkelig mit einem 2,00 m weiten schmiedeeisernen Dücker und geht bis zur Ausmündung in den Neckar in gerader Richtung durch das tiefliegende Neckarvorland. Soweit der Regenauslass im hochwasserfreien Gelände liegt, soll derselbe in Mauerwerk, im Vorland in Schmiedeeisen ausgeführt werden.

4. Überleitung der Schmutzwässer vom Hauptpumpwerk im Ochsenpferch nach der Kläranlage und Ableitung nach dem Rhein.

Die Weiterleitung des im Pumpwerk Ochsenpferch gehobenen Brauchwassers nach der Kläranlage erfolgt in einem gemauerten Siel von 1,80 × 2,15 m Querschnitt. Bei einem Gefälle von 1 : 2500 ist das Siel imstande, 2500 Sek.-Liter abzuführen, genügt somit, auch die Abwässer aus dem künftigen Industriegebiet noch mit aufzunehmen.

In seinem Zuge kreuzt das Siel zwei Wasserläufe, die Flossgasse und den Einfahrtskanal vom Neckar nach dem Industriehafen. Beide werden mittels Dückern von 1,50 m Lichtweite aus 12 mm starkem Siemens-Martinblech unterfahren. Die Versenkung soll wie beim Neckardücker mittels Schraubenspindeln von festen Gerüsten aus erfolgen.

Kläranlage.

Vor der Kläranlage findet die Vereinigung mit den von Käferthal und Waldhof kommenden Brauchwässern statt. Die Menge derselben ist vorerst auf 200 Sek.-Liter festgesetzt, die bis zur doppelten Verdünnung zu klären sind. Die Gesamtwassermenge, welche in der Reinigungsanlage zu bewältigen ist, nach vollem Ausbau der bis jetzt für Entwässerung vorgesehenen Flächen, beträgt somit 2200 + 2 × 200 = 2600 Sek.-Liter.

Die Kläranlage soll bei der Abzweigung des vorhandenen Hochwasserdammes der Friesenheimer Insel von der projektierten nordwestlichen Grenzstrasse des linken Industriehafengebietes angelegt werden, wobei sie zum Teil ausserhalb des hochwasserfrei gelegenen Geländes zu liegen käme. Um sie jedoch vor Hochwassergefahr zu schützen, soll dann ein neuer Hochwasserdamm angelegt werden.

Die Wahl dieser Lage ergab sich aus der Absicht, auch die Abwässer des Hochgestades zugleich mit den Abwässern der Altstadt zu behandeln.

Die Einzelteile der Anlage haben folgende Anordnung erhalten. Von dem Sammelkanal durch das linke Industriehafengebiet, welcher vom Hauptpumpwerk ausgeht, zweigt der Einlaufkanal für die Sandfänge und Siebeinrichtungen ab, die zu zweien in einer gemeinsamen überdeckten Halle untergebracht sind. Die Verteilungsgallerie steht quer zur Sandfangsachse und bildet das Verbindungs-

glied zwischen Sandfängen und Klärbecken, welch' letztere zu je vieren zu einem Ganzen zusammengefasst sind. Das gereinigte abfliessende Wasser gelangt in die, der Verteilungsgallerie ähnliche Ablaufgallerie und wird durch einen Ableitungskanal dem Rhein zugeführt.

Es sollen jetzt zwei Sandfänge und vier Klärbecken, zu einem geschlossenen Ganzen vereinigt, erstellt werden. Die Erweiterung der Anlage soll dann in der Weise erfolgen, dass nach Bedarf weitere Systeme von je 2 Sandfängen und 4 Becken hinzugefügt werden.

Die Ablaufgallerie ist dabei allen Klärbecken gemeinschaftlich. Ein Umlaufkanal gewährt die Möglichkeit, die Abwässer unter Umgehung der Kläranlage dem Ableitungssiel direkt zu überweisen.

Da der Wasserspiegel in der Kläranlage unter den höchsten Wasserständen des Rheins bleibt, ist es mitunter nötig, das Wasser durch Pumpbetrieb zu heben, und es ist zu diesem Zweck ein Pumpwerk beim Auslauf der Kläranlage angeordnet worden. Der Sedimentierschlamm fliesst durch einen zum Teil unter der Verteilungsgallerie angelegten Kanal zu einem je 8 Klärbecken gemeinsamen Schlammbrunnen, von wo aus er durch die Schlammpumpen nach den drainierten Schlammlagerplätzen neben der Kläranlage gebracht wird.

Nachdem den Schlammmengen das Wasser entzogen ist, werden dieselben, sobald sie stichfest geworden sind, abgefahren, bezw. als Dünger benutzt.

Solange der Rheinwasserstand unter einem Pegelstand von 90,30 bis 84,70 (Ortsnull des Hauptauslasses = 5,60 m) bleibt, hat das Wasser in der Kläranlage freie Vorflut, anderenfalls muss durch das eingangs erwähnte Pumpwerk die Vorflut künstlich gehalten werden. Nach den Rheinwasserständen, welche die Pegelhöhen von 5,60 m resp. 6,70 m während der Jahre 1890—99 überschritten, ist dies an durchschnittlich 21 Tagen im Jahre zu erwarten.

Das Gelände, auf welchem die Kläranlage projektiert worden ist, hat eine durchschnittliche Höhe von 92,00 N. N., welche zum Teil beibehalten werden soll. Die drainierten Schlammlager jedoch sollen so hoch wie der Hochwasserdamm auf 94,00 N. N. gelegt werden.

Zur Vorreinigung des Wassers, d. h. zur Entfernung aller der Körper, welche nicht in den Sedimentierbecken zurückgehalten, anderseits wegen ihrer Grösse an dem Eintreten in die offenen Gewässer gehindert werden sollen, sind die Sandfänge vor den eigentlichen Klärbecken eingeschaltet. Diese halten die schwersten (mineralischen) Bestandteile zurück. Eingebaute Schwimmstoffabscheider und Rechenapparate, welche den im Hauptpumpwerk zu verwendenden entsprechen, fangen die schwimmenden und schwebenden Teilchen bis zu 2 bis 3 mm im kleinsten Durchmesser ab. Die Durchgangsweite der Feinrechen ist hier zu 3 mm angenommen. Die Hub- und Transportvorrichtungen sind wegen der anderen Höhenlage des Wasserspiegels gegen Terrain bei den Sandfängen der Kläranlage anders angelegt, als beim Hauptpumpwerk. Die Konstruktion derselben stimmt dagegen mit derjenigen der Apparate des Hauptpumpwerks im Prinzip überein.

Eine dauernde Desinfektion der Abwässer soll nicht durchgeführt werden,

jedoch soll zu Epidemiezeiten die Möglichkeit gegeben sein, eine durchgreifende Desinfektion der Abwässer vorzunehmen. Es ist deshalb am unteren Ende der Sandfänge ein Rührwerk mit Mischvorrichtung zur ev. Bereitung einer Chlorkalklösung, dem gegenwärtig zweckmässigsten Desinfektionsmittel für Kanalwasser, angeordnet worden.

Nach der Vorreinigung der Abwässer durch Sandfänge, Schwimmstoffabscheider und Siebe gelangen dieselben in die 2,5 m breite Verteilungsgallerie und von hier in die durch Schieber absperrbaren Klärbecken.

In diesen soll die Wassergeschwindigkeit auf 2 cm in der Sekunde reduziert werden und die Durchflusszeit 40 Minuten betragen. (Entscheidung Grossh. Ministeriums vom 17. April 1899.) Diese Bedingung erfordert eine Beckenlänge von $\frac{40 \times 60 \times 2}{100} = 48$ m. Der Wasserquerschnitt eines Beckens berechnet sich aus der von jedem Becken zu bewältigenden Abwassermenge und der Durchflussgeschwindigkeit und ergibt sich bei einer Leistungsfähigkeit von 250 Sek.-Liter pro Becken zu $\frac{0,25}{0,02} = 12,5$ qm. Um den Klärschlamm leichter abziehen zu können, wurde die Sohle der Klärbecken am Einlauf zu 88,30, am Auslauf zu 88,80 N. N., also mit einer totalen Steigung von 0,50 angenommen. Die Breite der Becken wurde zu 8,00 m gewählt. Der mittlere Wasserquerschnitt beträgt dann 12,70 qm, der kleinste 10,70 und der grösste 14,70 qm. Das Gesamtwasservolum eines Beckens berechnet sich zu $48 \times 12,7 = 610$ cbm. Der untere Abschluss der Klärbecken wird durch ein Wehr gebildet, über welches das gereinigte Wasser in die Ablaufgallerie fällt. Die Wehrhöhe findet man aus der Bedingung, dass der Wasserspiegel im Becken die tiefmögliche Lage anzunehmen strebt.

Mit Rücksicht auf die vorläufig noch geringe Füllhöhe des Zuführungskanals und die damit zusammenhängende geringere Spiegelhöhe in den Becken soll das Wehr nicht von vornherein schon definitiv festgelegt, sondern durch ein vertikal bewegliches eisernes Schütz gebildet werden, dessen Überlaufkante von Zeit zu Zeit dem vermehrten Zufluss und der dadurch bedingten Füllhöhe entsprechend gehoben wird.

Bei dem ersten Ausbau soll eine Leistungsfähigkeit von 650 Sek.-Liter Schmutzwasser erreicht werden; es sind somit drei Reinigungsbecken erforderlich, während ein viertes als Reserve dienen soll.

Bei dem langsamen Durchfliessen des Schmutzwassers durch die Becken reichern sich die unteren Schichten desselben mit den niedergehenden Sinkstoffen an und bilden so den eigentlichen Klärschlamm. Dieser kann durch langsames Abziehen der überstehenden gereinigten Flüssigkeit vermittels Schwimmtrichters abgesondert werden. Die Sohle der Becken steht durch ein verschliessbares eisernes Rohrstück mit dem Schlammkanal in Verbindung. Durch den letzteren wird der vom überstehenden Wasser in der Hauptsache befreite Schlamm dem Schlammbrunnen zugeführt, welcher gleichzeitig als Behälter zum Ansammeln kleinerer Schlammmengen und als Pumpensumpf zu dienen hat. Ein kleineres Pumpwerk, welches auch die Luftpumpe für die Schwimmstoffabscheider enthält, schafft den Schlamm durch eine Druckleitung nach den Schlammlagerplätzen.

Diese werden aus einzelnen Becken mit geneigter wasserundurchlässiger und mit Filtermaterial (Kies und Sand) bedeckter Sohle gebildet. Der aufgepumpte Schlamm gibt durch die Filterschicht sein Wasser an Drainageröhren ab, durch welches es der in der mittleren Scheidewand befindlichen Rinne und von da wieder der Kläranlage zugeführt wird.

Um auch das überstehende Wasser entfernen zu können, sind in den Seitenwänden Abzugröhren mit einstellbaren Abzugsöffnungen angebracht. Der Klärschlamm erfährt in diesen Becken eine natürliche Trocknung. Sobald er stichfest geworden, wird er als Düngemittel, Auffüllmaterial oder dergl. abgefahren.

5. Ableitung nach dem Rhein.

Die Abführung der gereinigten Abwässer erfolgt in einem 1700 m langen gemauerten Siel über die Friesenheimer Insel nach dem Rhein; die Einmündung befindet sich etwa 100 m unterhalb der Oppauer Fähre.

Da der Abfluss des Hochwassers auf der Insel in keiner Weise behindert werden darf, musste das Profil des Siels so gewählt werden, dass es nicht über das natürliche Gelände emporragt. Es hat sich daher ein Glockenprofil 3,00 × 1,70 m als das zweckmässigste ergeben. Die grosse Breite in der Sohle hat den Vorteil, dass der Wasserspiegel tunlichst niedrig gehalten wird, also möglichst lange freier Abfluss stattfindet. Die Gefahr einer Verschlammung liegt nicht vor, da nur gereinigtes Wasser abfliesst.

Die in Vorschlag gebrachte Anordnung der Einmündung in den Rhein hat die Genehmigung der Staatsbehörde nicht gefunden; es wird verlangt, dass der Ausfluss sich auf eine längere Uferstrecke verteile. Es wird deshalb in dieser Hinsicht eine neue Bearbeitung dieses Projektes stattfinden.

6. Regenauslass nach dem Rhein.

Ausser dem Brauchwasser, welches die Kläranlage zu durchlaufen hat, sind aber bei stärkeren Niederschlägen noch weitere Wassermengen nach dem Rhein abzuführen, welche vom Hochgebiete bei Waldhof-Käferthal und den neuen Kasernen herstammen und den Betrag von 2640 Sek.-Liter erreichen werden.

Es ist oben weiter ausgeführt worden, dass die direkte Überleitung dieser Wassermengen im Querdamme nach der Friesenheimer Insel vorerst noch nicht stattfinden soll. Wird diese aber einmal notwendig, so soll die Weiterführung über die Insel nach dem Rhein in einem offenen Graben erfolgen.

Die Genehmigungsbedingungen.

Die von dem Grossherzogl. Badischen Ministerium des Innern der Stadt Mannheim auferlegten Bedingungen sind unter dem 17. April 1899 erlassen worden und lauten im wesentlichen wie folgt:

1. Das Kanalwasser ist vor seiner Einleitung in den Rhein einer Reinigung zu unterwerfen. Diese Reinigung hat darin zu bestehen, dass die Sinkstoffe, sowie die schwimmenden und schwebenden Stoffe bis zu einer Grösse von 3—2 mm im kleinsten Durchmesser herab entfernt werden.

2. Zu diesem Zweck sind in einem Vorraum Rechen, Siebe oder andere ähnlich wirkende Vorrichtungen anzubringen. an welchen die gröberen Stoffe abgefangen werden.

Ferner sind Klärbecken herzustellen, welche die Kanalwassermenge während eines Zeitraumes von 40 Minuten mit geminderter Geschwindigkeit zu durchlaufen hat.

Diese Geschwindigkeit darf, bei dem Höchstbetrage des unverdünnten Schmutzwassers, 1000 Sek.-Liter, 2 cm in der Sekunde nicht übersteigen.

3. Für die abgefangenen Massen und für die aus den Klärbecken sich ergebenden Rückstände müssen geeignete, soweit erforderlich wasserdichte, hinreichend geräumige Lagerstätten, sowie gut eingerichtete Hubvorrichtungen und ebensolche Transportmittel vorgesehen werden.

4. Ein freier Auslass aus der Kläranlage darf nur zu dem Zwecke bestehen, bei stärkeren Niederschlägen und gleichzeitig niedrigem Wasserstand im Neckar 2000 Sek.-Liter übersteigende verdünnte Wassermengen nach dem Neckar abzuführen; die Abzweigung dieses Auslasses vom Klärbecken muss deshalb als Überfall derart eingerichtet sein, dass der Auslass nur in Wirkung tritt, wenn und solange die Kanalwassermenge 2000 Sek.-Liter übersteigt.

5. Es wird gestattet, folgende Auslässe nach dem Neckar herzustellen:

a) einen Regenauslass am linken Ufer in der Nähe des Pumpwerkes;
b) einen Regenauslass am rechten Ufer unterhalb der Flossgasse;
c) einen Entlastungsauslass ebenda;
d) einen Notauslass am rechten Ufer oberhalb der Flossgasse.

Der Regenauslass am linken Ufer dient ausschliesslich dazu, diejenige Kanalwassermenge nach dem Neckar austreten zu lassen, welche bei stärkeren Niederschlägen durch den Dücker unter dem Flussbett nicht mehr nach dem rechten Ufer gefördert werden kann, dieser Auslass darf somit immer nur dann in Wirksamkeit treten, wenn der genannte Dücker mindestens 1200 Sek.-Liter abführt.

Durch den Regenauslass am rechten Ufer darf diejenige Kanalwassermenge nach dem Neckar ausgelassen werden, um welche bei stärkeren Niederschlägen das auf 2000 Sek.-Liter festgesetzte Abfuhrvermögen der Druckleitung nach dem Rheine überstiegen wird.

Der Entlastungsauslass ist dazu bestimmt, bei Wasserständen im Rhein über 6,70 m am Mannheimer Pegel die nach dem Rheine führende Druckleitung durch seitliche Ableitung nach dem Neckar soweit zu entlasten, als bei diesen Wasserständen das Dauerpumpwerk mit seiner höchsten Arbeitsleistung nicht mehr ausreicht, die vom rechten und vom linken Ufer beim Pumpwerk ankommenden Kanalwassermengen nach dem Rhein zu fördern.

Es ist eine Einrichtung zu treffen, dass die Wirkung dieses Entlastungsauslasses selbsttätig sich regelt. Unter der höchsten Arbeitsleistung des Dauerpumpwerkes ist die Leistung verstanden, welche erforderlich ist, um bei einem Wasserstand im Rhein von 6,70 m am Mannheimer Pegel die Wassermenge von 2000 Sek.-Liter durch die Druckleitung nach dem Rheine zu fördern. Sofern und soweit es bei der Ausarbeitung der Bauentwürfe unbeschadet der Zweckbestimmung der Auslässe als ausführbar sich

erweist, ist eine Vereinigung oder eine Verbindung des Regenauslasses und des Entlastungsauslasses gestattet.

Der Notauslass darf nur in wirklichen Notfällen (wenn infolge einer ausserordentlichen Betriebsstörung die Druckleitung nach dem Rheine bezw. die Auslässe nicht gebrauchsfähig sind) benutzt werden. An dem Notauslass soll ein Kontrollverschluss angebracht werden.

Das durch die Auslässe ausfliessende Kanalwasser muss Gitter- oder Siebvorrichtung passiert haben.

6. Der Auslass in den Rhein muss so angelegt werden, dass eine tunlichst rasche Vermischung der Abwässer mit dem Flusswasser befördert und Ablagerungen am Ufer vorgebeugt wird.

7. Der planmässige Betrieb aller Auslässe und Pumpwerke kann durch die staatliche Wasserbaubehörde überwacht und jederzeit kontrolliert werden.

8. Es ist zulässig, die Dückeranlage durch den Neckar, das Pumpwerk und Klärbecken, sowie die Druckleitung zum Rhein am rechten Ufer nur für die Hälfte der vollen nach dem Entwurf und der Beschreibung angenommenen Leistungsfähigkeit und der zugrunde gelegten Abwassermengen auszuführen.

Der volle Ausbau der gesamten Anlage muss aber erfolgen, sobald die Schmutzwassermenge aus den in die Kanalisation eingezogenen Gemarkungsteilen auf beiden Ufern des Neckars zusammen mehr als 500 Sek.-Liter beträgt.

9. Die für die Ausführung noch zu bearbeitenden Detailentwürfe für die einzelnen im Überschwemmungsgebiet des Rheins und Neckars gelegenen Anlagen: Dücker unter dem Neckar und der Flossgasse, sowie dem Einfahrtskanal zur Kammerschleuse, Pumpwerk, Umlauf, Klärbecken, Druckleitung, Auslass in den Rhein und dergl. bedürfen vor der Ausführung noch der wasserpolizeilichen Genehmigung nach Art. 86 des Wassergesetzes.

10. Soweit flussbauärarisches Gelände zur Ausführung der Anlage erforderlich wird, hat sich die Stadtgemeinde mit der Flussbauverwaltung besonders zu benehmen.

11. Die Genehmigung der Benützung der öffentlichen Gewässer (Rhein und Neckar) kann ohne Entschädigung aus Gründen des öffentlichen Interesses widerrufen oder beschränkt werden.

12. Die Stadtgemeinde ist verpflichtet, innerhalb 12 Monaten, nachdem die Einleitung der Schmutzwässer der Stadt in den Rhein rechtskräftig genehmigt ist, genehmungsfähige Einzelentwürfe für die erforderlichen Anlagen (Ziffer 9 oben) dem Bezirksamt vorzulegen.

13. Die Stadtgemeinde ist verpflichtet, chemische und bakteriologische Untersuchungen des Rheinwassers nach den im Obergutachten vom März 1898 angegebenen Grundsätzen vorzunehmen und damit baldtunlichst nach rechtskräftiger Genehmigung der Einleitung der Schmutzwässer in den Rhein zu beginnen.

In gleicher Weise sind auch die gereinigten Abwässer einer fortlaufenden chemischen und bakteriologischen Untersuchung zu unterziehen. Die Untersuchungen sind dem hygienischen Institut der Universität Heidelberg oder einer anderen nach dem Ermessen des Ministeriums des Innern hierzu geeigneten Untersuchungsanstalt zu übertragen.

14. Wenn sich infolge dieser Untersuchungen oder auf andere Weise erhebliche Übelstände aus der Ableitung der Schmutzwässer in den Rhein herausstellen sollten, so sind Einrichtungen zu noch gründlicherer Reinigung derselben durch die Stadtgemeinde Mannheim einzufügen.

15. Zu letzterem Zwecke ist ein geeigneter Platz von ausreichender Grösse alsbald in Aussicht zu nehmen und frei zu halten.

16. Es sind Vorkehrungen zu treffen, um neben Durchführung der schon durch bestehende gesundheitspolizeiliche Vorschriften gesicherten häuslichen Desinfektion bei Cholera- und Typhus-Epidemien eine allgemeine Desinfektion der Abwässer ausführen zu können, deren Vornahme in Epidemiezeiten jeweils vom Ministerium des Innern oder dem Grossherzogl. Bezirksamt Mannheim besonders anzuordnen ist.

Nachprüfung der von der Stadt Mannheim in Angriff genommenen Ableitung der Fäkalien und Schmutzwässer nach dem Rheine.

Die erbetene Nachprüfung des bereits in der Durchführung weit vorgeschrittenenen Projekts kann sich naturgemäss nicht auf die bautechnischen Grundlagen im allgemeinen, sondern nur auf die Aufgabe beziehen, ob bei diesem Projekte die Ziele der öffentlichen Gesundheitspflege im allgemeinen und die Wahrung der berechtigten Interessen der Stadt Worms in angemessener Weise zur Durchführung gelangt sind.

a) Beurteilung des Reinigungseffektes der projektierten Kläranlage.

Bei trockenem Wetter und mässigen Regenfällen gelangt das Sielwasser zu Mannheim nach dem vorliegenden Entwurfe nur in den Fluss, nachdem es eine vorherige Reinigung erfahren hat. Die Kläranlage fasst nicht nur die konzentrierten Sielwässer, sondern auch noch die mindestens mit dem gleichen Volum Meteorwasser bezw. Oberflächenwasser gemischten; es liegen somit ähnliche Verhältnisse, wie sie bei der Kläranlage zu Frankfurt a./M. gegeben sind, vor. (Vierteljahresschr. f. öffentl. Gesundheitspflege 1889. S. 75.)

Der Klärung im Becken geht eine Reinigung des Abwassers in verschiedenen Teilen der Sielanlage voraus.

Die Abwässer links des Neckars passieren, ehe sie durch den Dücker auf das rechte Ufer gehen, einen Sandfang im Pumpwerk am Graben. Eingehende Reinigung erfahren die Wässer dann im Hauptpumpwerk am Ochsenpferch, wo sich neben dem Sandfang ein Schwimmstoffabscheider und zwei Rechen (50 und 15 mm Stababstand) befinden. In der Kläranlage selbst durchzieht das Wasser einen Sandfang und Rechen mit 3 mm Stabweite und tritt sodann in die Becken von 48 m Länge, welche es auch bei der maximal zugelassenen Menge von 2600 Sek.-Liter nicht schneller als mit 2 cm Geschwindigkeit in der Sek. durchziehen soll. Die Zeit der Sedimentierung wird dann 40 Minuten betragen.

Die Beurteilung des zu erwartenden Kläreffektes und die Bedeutung desselben für die Reinhaltung des Flusses kann unsererseits nur eine genäherte sein.

In erster Linie ist über die Natur des Sielwassers, wie es einstmals werden wird, natürlich bestimmtes nicht auszusagen, es ist auch nicht mit Sicherheit zu sagen,

welchen Einfluss auf das Sedimentieren die vorherige Abscheidung von Schwimm- und von Schwebestoffen durch das Feinsieb haben wird. Wahrscheinlich wird der Gesamteffekt der Reinigung durch die Anwendung eines Feinsiebes etwas günstiger sich gestalten, als ohne ein solches, doch wird man richtig handeln, wenn man diesen Effekt nicht zu hoch veranschlagt.

Für die Beurteilung des zu erwartenden Kläreffektes im Klärbecken stehen nur praktische Versuche zu Gebote, welche in analoger Weise mit dem Sielwasser zu Hannover angestellt worden sind. Dortselbst ist in systematischen Versuchen bei Klärbecken von 50 m Länge und 8 mm Geschwindigkeit eine Abscheidung von rund 56 % des Suspendierten erreicht worden und ein fast gleicher Effekt bei 75 m Beckenlänge und 15 mm Geschwindigkeit. Es ist zu berücksichtigen, dass auch bei sehr lange dauernder absoluter Ruhe 11,2 % des Suspendierten auf diesem Wege mechanischer Klärung überhaupt nicht abgeschieden werden können.

Die Geschwindigkeit von 2 cm wie angenommen, scheint daher, um den günstigsten Effekt zu erzielen, nach den bisherigen Erfahrungen zu gross. Entweder würde die Beckenlänge zu vergrössern oder die Geschwindigkeit noch mehr zu ermässigen sein.

Letzteres scheint bei den gewählten Profilen der Klärbecken durchaus möglich, da vorläufig und für eine längere Anzahl von Jahren nur eine relativ geringe Menge von Abwasser zu verarbeiten ist und die Klärbecken eine vollkommene Ausnützung zur Zeit nicht finden. In wieweit es möglich wäre, bei dem durch Regenfall verdünnten Kanalwasser es bei den Bestimmungen der Kommission zu belassen, also bei 2 cm Geschwindigkeit, muss besonderen praktischen Versuchen, welche auch den Kläreffekt bei 1 cm Geschwindigkeit genauer festzulegen hätten, vorbehalten bleiben.

Eine Reinigung des durchschnittlich dem Klärbecken zuzuführenden Wassers bis auf $^4/_{10}$ der ursprünglich in demselben vorhandenen suspendierten Substanzen organischer Natur scheint daher ohne wesentliche weitere technische Einrichtungen, als sie bis jetzt vorgesehen sind, wohl erreichbar. Sinkt der Gehalt an suspendierten Substanzen im Kanalwasser, wie z. B. regelmässig in den Nachtstunden, sehr bedeutend, so kann der Reinigungseffekt ganz fehlen, oder sogar, wie in Hannover gesehen wurde, das Wasser unreiner abströmen, wie einströmen, falls das Klärbecken vorher benutzt worden war und noch eine Schicht von Schlamm auf dem Boden lagert. Unter solchen Umständen kann sogar die Ausschaltung des Klärbeckens besser sein als die Benutzung desselben.

Eine genauere Betriebsübersicht und -Ordnung lässt sich a priori nicht geben, eine solche wird erst auf Grund der praktischen Erfahrungen auszugestalten sein. Immerhin aber wird das Ziel festgehalten werden müssen, die Bedingungen der Klärung festzustellen, welche den günstigsten Erfolg erzielen.

Die Kläreinrichtungen werden sicher den Erfolg erzielen, dass das Abwasser weit weniger an suspendierten Stoffen enthält, und dass die Schwimmstoffe, soweit sie praktisch je in Betracht kommen, beseitigt werden. Dadurch werden nicht nur die ästhetischen Bedenken, welche mit Recht oft gegen die Einleitung von Abwässern geltend gemacht werden, in Wegfall kommen, auch die Sedimentierung, welche zu einer Massenansammlung auf dem Flussboden führt, fällt weg; in bakteriologischer Hinsicht werden nicht

zu unterschätzende Vorteile gewonnen, indem nicht allein die Bakterienzahl im allgemeinen erheblich durch die Klärung abnimmt, wenn sie richtig geleitet wird, sondern namentlich die Flöckchen, an denen Bakteriennester zu haften pflegen, zum grossen Teile beseitigt werden.

b) Die Regenauslässe.

Die Regenauslässe treten in Tätigkeit, wenn das Kanalwasser durch die gleiche Menge Regenwasser verdünnt wird. Nach der ersten Schmutzflut, welche sich aus den Regenauslässen ergiesst, sinkt zumeist schnell die Menge des Suspendierten, während der sonstige Unreinheitsgrad des Wassers sich meist gleich erhält. Welche Beschaffenheit derartiges Wasser, das dann nach dem Vorfluter übertritt, haben wird, hängt ganz von dem Umstande ab, zu welcher Tages- oder Nachtzeit der Regen fällt, des weiteren aber von dem Reinheitsgrad der Kanäle überhaupt.

Unter den obwaltenden Umständen dürfte es von vornherein kaum von Bedeutung sein, die Menge des nach der Kläranstalt zu leitenden Wassers bei Regengüssen zu steigern, ganz abgesehen von der Tatsache, dass das Sielsystem bereits nach den festgelegten Ausmessungen erbaut ist; eine im Verhältnis zu den technischen Schwierigkeiten und dem Aufwand von Mitteln zu erreichende Verbesserung des Wassers doch mehr als fraglich und neben den hauptsächlich dem Neckar durch anderweitige Zuflüsse einverleibten Schmutz und Unrat, kaum bedeutungsvoll genug erscheint.

Dagegen kann als berechtigte Forderung angesehen werden, dass die Regenauslässe das Wasser erst den Flüssen übergeben, nachdem es Rechen, Siebe oder ähnlich wirkende Vorrichtungen passiert hat, um wenigstens das Mitführen der gröberen Schwimmstoffe zu verhindern, wie dies auch vonseiten der Aufsichtsbehörden vorgeschrieben ist.

Die Menge der zumeist seit längerem abgelagerten Schwimmstoffe im Sielsystem herabzusetzen, ist Aufgabe einer wohlgeordneten Sielspülung und zwar mit reinem Wasser.

Was die Lage der Regenauslässe anlangt, so mündet der von Neckarau weit oberhalb Mannheims in den Rhein, nach dem Neckar münden zwei, etwa da, wo bisher die Sielmündungen rechts und links des Neckars lagen. An der Oppauer Fähre wird erst im künftigen Jahre ein Regenauslass untergeordneten Grades entstehen. Der Rhein selbst bleibt also direkt durch die Regenauslässe fast unberührt bezw. es wird derselbe erst in zweiter Linie in Mitleidenschaft gezogen.

c) Wirkung der Mannheimer Abwässer auf den Rhein und die Selbstreinigung.

Die Abwässer werden (abgesehen von den Regenauslässen) bei der Oppauer Fähre in den Rhein geführt. Vom sanitären Standpunkte wäre die Einleitung in den Stromstrich der jetzt ins Auge gefassten Mündung am Uferrand vorzuziehen, weil durch die erste Anordnung eine raschere Mischung mit dem Rheinwasser eintreten würde. Wir sind nicht in der Lage, den von seiten der Rheinbaukommission gegen die Einleitung in den Stromstrich gemachten technischen Einwänden entgegen zu treten.

Die Mengen der in Zukunft nach dem Rheine gelangenden Verunreinigungen lassen sich nur schätzen. Wenn der Reinigungseffekt etwa dem entspricht, den man in Hannover bei einem 50 m langen Becken bei 8 mm Geschwindigkeit beobachtet hat, so würde solch ein geklärtes Wasser enthalten im Liter:

	Gesamtrückst.	Mineral.	Organ.	Suspend. Organ.
	mg	mg	mg	mg
	1401	1022	378	137
ab Gehalt des Leitungswassers	290	254	36	0
=	1111	768	342	137.

Wenn das Gesamtprojekt für über 500000 Menschen zur Zeit überhaupt durchführbar wäre, also 1,3 Sek.-cbm Abwässer entständen, so würde 1 Liter Rheinwasser nach vollkommener Mischung mit dem Abwasser mehr enthalten in mg

	bei 450 Sek.-cbm	bei 900 Sek.-cbm
Insgesamt	3,2	1,6
anorganisch	2,2	1,1
organisch	1,0	0,5
suspendiert organ.	0,4	0,2.

Die Verunreinigung würde demnach wohl gegenüber den bisherigen Verhältnissen zunehmen (0,69 mg insgesamt : 3,2 mg pro Liter und 0,1 mg organische Schwebestoffe : 0,4 mg pro Liter), aber die organischen Schwebestoffe würden doch recht unwesentlich verschieden sein.

Die Änderungen sind völlig belanglos, zumal das Niedrigstwasser ja nur wenige Tage im Jahre sich hält und man zumeist mit 900 Sek.-cbm und mehr als Wasserführung rechnen kann.

Allerdings ist zu berücksichtigen, dass auch Ludwigshafen auf die gleiche Rheinstrecke seine Abwässer verteilt, diese Stadt in stetem Wachstum sich befindet, und die Kanalisation mit Gruben kaum als etwas anderes, als ein Schwemmsystem mit teilweiser Klärung — soweit die Gruben einen Überlauf besitzen — zu betrachten ist.

Diese Abwässer führen dem Rhein immerhin gewisse kleine Quantitäten Unrat zu, die sich zu den von Mannheim abgeschwemmten addieren.

Wie schon oben erwähnt, sind die Fabrikabwässer schon jetzt nicht unbeträchtlich. Einigermassen sind nur die der badischen Anilin- und Sodafabrik zu schätzen. Sie ändern die Rheinbeschaffenheit schon jetzt fast über 2 mal so beträchtlich als es Mannheim allein, bei 500000 Einwohnern, vermöchte.

Wenn man analog wie für Mannheim für Ludwigshafen die Einwohnerzahl verdoppelt, so macht die Änderung pro Liter Rheinwasser etwa 3,5 mg — gegenüber 9,8 mg Zuwachs durch die Fabrikabwässer Ludwigshafens allein — abgesehen von den Abwässern von Waldhof, für welche brauchbare Analysen nicht vorliegen.

Die Gefahr einer chemisch nachweisbaren Änderung der Zusammensetzung des Rheinwassers droht weit mehr von den industriellen Abgängen als von städtischen Abwässern.

Ästhetische Bedenken gegen den Einlauf der Mannheimer Abwässer werden nicht zu erheben sein, denn beim Fehlen grösserer schwimmender Objekte wird die Mischung mit dem

Rheinwasser, wenn auch für eine völlig homogene Mischung weite Wegstrecken notwendig sind, alsbald doch in einer das Auge nicht mehr beleidigenden Weise vollzogen sein.

Irgend ein schädlicher Einfluss für den Fischreichtum ist nicht zu befürchten, die frisch eingeführten und verdünnten Sielwässer werden überall gern von den Fischen besucht.

Sicherlich aber müssen im Laufe der Jahre, wenn die Abwässer beider Städte Ludwigshafen und Mannheim sich in der den Kanalisationsplänen zugrunde gelegten Menge mehren, bakteriologische Veränderungen herausbilden, die in einem merklich erhöhten Bakteriengehalt des Flusswassers, wenigstens bei niedrigem Wasserstand sich ausdrücken werden. Nimmt man für beide Städte zusammen genommen rund 1,4 Sek.-cbm Sielwasser an, so ist ungünstigen Falles die Verdünnung des Sielwassers im Flusswasser (1,4 : 450) 321 fach, und 3½ Monat 642 fach. Solche Beimengungen von Sielwasser kann man bei gleichmässiger Mischung weder sehen, riechen noch schmecken, allein in der Keimzahl des Wassers müssen sie erkennbar werden. Als wesentlicher sanitärer Übelstand würde aber diese bakterienreichere Mischung kaum bezeichnet werden können, vorausgesetzt, dass die Infektionserreger in dem Wasser nicht oder nur in sehr geringer Zahl vertreten sind.

Es würde daher die Frage zu erörtern sein, ob das Rheinwasser durch dieses Einleiten des Sielwassers den Charakter als Trinkwasser verliert. Als Trinkwasser könnte es für die Schiffsbevölkerung in Betracht kommen. Ein offener Wasserlauf besitzt aber niemals den Charakter eines gesunden Trinkwassers. Ein Flusslauf wie der Rhein nimmt, auch abgesehen von den Zuläufen aus Städten und Dörfern, viele dem menschlichen Haushalte direkt und indirekt entstammende Substanzen auf, so dass jeder, der auch von dem anscheinend klaren Wasser trinkt, persönlich die Gefahr einer Gesundheitsschädigung übernehmen muss. Noch viel fragwürdiger ist das Wasser aber nach Regen und wenn es sich trübt, da alsdann Unmassen bedenklicher Stoffe dem Flusse zugeführt oder bereits Abgelagertes fortgeschwemmt wird.

Auf der Strecke Mannheim-Worms verkehren jährlich tausende von Schiffen und über 264 000 Personen, deren Abgänge ohne weiteres dem Rheine übergeben werden.

Einen absoluten Schutz gegen die Infektion gibt es bei solchem Flusswasser nicht, und wenn auch die Möglichkeit vermehrter Einschwemmung von krankmachenden Stoffen durch Sielwasser zuzugeben ist, so wird an der Qualität unter den obwaltenden Umständen nichts wesentliches geändert, auch wenn Mannheim die Abwässer nach dem neuen Projekt dem Flusse übergibt. Die Einwirkung städtischer Abwässer für die Infektionsgefahr wird aber offenbar auch vielfach übertrieben.

Die Infektionsstoffe vermehren sich — für die hauptsächlich in Betracht kommenden Krankheitserreger ist dies bekannt — nicht im Flusswasser. Die Ausscheidungen der Kranken enthalten, von Cholera abgesehen, auch keineswegs ausschliesslich und überwiegend nur Krankheitskeime, sondern solche, wenn auch in grosser Zahl, doch relativ in geringen Mengen zum gesamten Bakterienreichtum der Ausscheidungen. Die Abgänge einer einzelnen kranken Person werden in dem gesamten Abwasser einer Stadt nur einen minimalen Bruchteil ausmachen; die Sandfänge, Kläranlagen und schliesslich die enorme Verdünnung im Flusswasser können bewirken, dass die Menge des Infek-

tionsstoffes im Flusswasser im Durchschnitt verschwindend klein wird und selbst grosse Wasserquantitäten vielleicht nicht einen aus den Abwässern stammenden infektiösen Keim enthalten. Die Wahrscheinlichkeit, eine zur Infektion ausreichende Menge Krankheitsstoff aufzunehmen, wird durch die hier Platz greifenden grossen Verdünnungen ausserordentlich herabgesetzt. Die Infektionsgefahr durch Wasser wird aber durch eine weitere sanitäre Massregel gemindert, wenn auch nicht beseitigt. Die Anzeigepflicht bindet die Ärzte, bestimmte Krankheitsfälle zur Kenntnis der Behörden zu bringen, die letzteren sind gehalten, die Desinfektion durchzuführen. Für bestimmte Fälle, für das Auftreten von Typhus- und Cholerafällen, ist die generelle Desinfektion aller Abwässer — von den Regenauslässen abgesehen — durchzuführen. Das Verfügungsrecht, eine allgemeine Desinfektion der Abwässer anzuordnen, hat sich die oberste Aufsichtsbehörde vorbehalten.

Gegen den Wert der (häuslichen) Desinfektion bei Krankheitsfällen kann man allerdings geltend machen, dass manche Fälle nicht zur Anzeige kommen, also deren Abgänge ohne weiteres in den Fluss gelangen. Damit wird man stets rechnen müssen; aber für den Fluss werden durch diese Eventualitäten die Verhältnisse kaum wesentlich ungünstiger, da doch die Schiffsbevölkerung selbst nicht unter besserer Kontrolle steht, wie die städtische Bevölkerung und der ansässige Kranke sicher weniger bedenklich erscheint, als der reisende.

Es war vorgeschlagen worden, die allgemeine Desinfektion der Abwässer eintreten zu lassen, wenn 1 Cholera- oder 20 Typhusfälle zu Anzeige kämen. Wir halten es für richtiger, wenn, wie oben schon angeführt, der Zeitpunkt durch die oberste Aufsichtsbehörde bestimmt wird. Mannheim, wie jede grössere Stadt, nimmt in ihre Krankenhäuser doch nicht nur Personen auf, die in der Gemeinde selbst erkrankt sind, sondern auch solche aus der Umgegend. Wenn für die Stadt aber nach Meldung bestimmter Krankheitsfälle die allgemeine Desinfektion der Abwässer, ein ziemlich teures Verfahren, ohne weiteres angeordnet werden müsste, so bestände die berechtigte Befürchtung, dass man sich weigern werde, solche Kranke von ausserhalb aufzunehmen, deren Aufnahme die genannte Massregel zur notwendigen Folge hat; dies könnte nur unerwünscht sein. Sinngemäss wird die allgemeine Desinfektion zum mindesten nur verlangt werden können, wenn Personen, die sich in der Stadt aufgehalten haben, erkrankt sind. Aber auch die Begleitumstände bei Erkrankungen können für die Frage eventueller weiterer sanitärer Massnahmen von so ausschlaggebender Bedeutung sein, dass eine einfache numerische Begrenzung der Desinfektionspflicht sich nicht empfiehlt.

Bei exakter Innehaltung der gegebenen Vorschriften ist nicht anzunehmen, dass unter diesen Umständen eine Gefährdung des Flusswassers über das Mass der vonseiten der öffentlichen Gesundheitspflege zu stellenden Anforderung hinaus eintritt.

Im übrigen kann für die Schiffsbevölkerung hinsichtlich des Gebrauchs von Wasser zum Trinken, Kochen und Spülen der Essgeräte nur durch Abgabe von reinem Leitungswasser an den Hafenplätzen gesorgt werden; dies ist in Mannheim der Fall. Das Anlegen von Schiffen in der Zone der hauptsächlichsten Verunreinigung beim Einstrom des Sielwassers wäre durch geeignete Massnahmen, wenn erforderlich, zu verhindern.

d) Wirkung der Flussverunreinigung auf das Wasserwerk in Worms.

Die dem Rheine zugefügten Verunreinigungen werden in dem Strome allmählich, soweit organische Stoffe in Betracht kommen, abnehmen, ebenso die Bakterien. Es ist kein Grund einzusehen, warum dem Rheine zwischen Mannheim und Worms oder weiter flussabwärts diese Eigenschaft abgehen sollte. In bestimmten Zahlen diesen Effekt anzugeben, dazu fehlen die nötigen Unterlagen, die nach lokalen Verhältnissen sehr verschieden sich zu gestalten pflegen.

Die bis Worms zurückzulegende Strecke beträgt von der Sielmündung bis zur Schöpfstelle des Wasserwerkes gegen 13 km; lässt man die weiteren 1,7 km, welche das Wasser im Siel über die Friesenheimer Insel zurücklegt, ausser Spiel, so ist doch zu erwägen, dass das Wasser in dem Klärbecken, wenn die vorangegebenen Verhältnisse innegehalten werden, 40 Minuten verbleibt und dadurch unter günstigsten Bedingungen sedimentiert. Es ist wohl anzunehmen, dass, wenn das Sielwasser ungereinigt dem Flusse übergeben würde, auf 4,8 km Entfernung (= ca. 80 Minuten Stromzeit) kaum denselben Reinigungseffekt erreicht haben würde, wie durch den Prozess der künstlichen mechanischen Klärung.

Die Verhältnisse werden demnach durch die Verlegung der Sielmündung an die Oppauer Fähre und die Einschaltung einer Kläranstalt kaum ungünstiger, als sie es bei Einleitung in den Neckar bisher für Worms gewesen sind.

Die Notauslässe liegen aber vorläufig an derselben Stelle, wo bisher die Einleitung der ungereinigten Kanalwässer vorgenommen wurde, der neue für Neckarau weit flussanfwärts.

Es ist hiernach nicht anzunehmen, dass die bestehenden und die nach dem neuen Projekte zu erwartenden Veränderungen das Wasserwerk zu Worms in ungünstigem Sinne beeinflusst werden. Die Wassersandfilter sind allerdings nicht absolut keimdicht, aber man darf nicht übersehen, dass dieser Reinigungseffekt bei guter Leitung des Filterwerkes ein ausserordentlich grosser ist.

Schon für den freien Lauf zwischen Worms und Mannheim kann nicht zugegeben werden, dass unter den gewählten Sicherheitsmassregeln eine bedeutende Verschleppung von Infektionserregern bei Worms jemals eintreten kann, wenn aber ausserdem durch eine gut geleitete Filtration die Zahl der im Rheinwasser enthaltenen Keime in üblicher Weise verringert wird, so kann eine Gefährdung der öffentlichen Gesundheit von Worms durch den Einlauf der Abwässer von Ludwigshafen und Mannheim in den Rhein als ausgeschlossen gelten.

In höchstem Masse bedeutungsvoll ist aber in dieser Hinsicht jede unmittelbare Verunreinigung des frei im Rheine liegenden Schöpfrohres durch vorüberfahrende oder in der Nähe ankernde Schiffe.

Das Wasserwerk in Worms leidet sehr erheblich unter der Unreinheit des Rheines bei Hochstand. Die grosse Menge des suspendierten Materials verschlickt die Filter rasch und die erheblichen Schwankungen im Bakteriengehalt sind wie überall auch hier unbequem für die Filtertätigkeit. Der Einfluss der gewerblichen Abwässer wird

sich steigern und in absehbarer Zeit wohl fühlbar werden. Die Filtration gibt gegen diese Einwirkungen keinen Schutz. Die grossen Temperaturschwankungen von 2—21° können nicht gerade als Beigabe eines allen Wünschen entsprechenden Wassers angesehen werden.

Es ist anzunehmen, dass die Unbequemlichkeiten und Übelstände der gegenwärtigen Wasserversorgung von Worms Anlass bieten dürften, entweder die Schöpfstelle mindestens landeinwärts zu verlegen, um sie den schwankenden Einwirkungen der Rheintrübungen zu entziehen, oder zu einer Grundwasserversorgung führen, die auch im Sommer ein gleichheitliches angemessen temperiertes Wasser liefert und alle Bedenken gegenüber zufälligen Verunreinigungen ausschliesst.

Bei dem lebhaften Verkehr zwischen Mannheim, Ludwigshafen und Worms ist anzunehmen, dass die Verbreitung von Typhus durch den Verkehr zu Schiff oder auf Landwegen vielmehr Wahrscheinlichkeit besitzt, als die Verbreitung durch das Sielwasser, den Rheinstrom und die zentrale Wasserversorgung von Worms.

e) Anderweitige Reinigungsverfahren.

Wir verkennen nicht, dass der für die Mannheimer Abwässerreinigung vorgeschlagene Weg einer mechanischen Sedimentierung keineswegs alle vermeidbaren Verunreinigungen vom Rhein fern hält, und dass die stufenweise Einleitung von Abwässern ober- und unterhalb Mannheims in ihrer Häufung zu weiteren Missständen führen kann.

Die Möglichkeit, durch Rieselfelder eine noch umfangreichere Beseitigung der Schwebestoffe und Bakterien und eine Minderung der gelösten Substanzen herbeizuführen, ist seitens der einschlägigen Behörden verneint worden.

Die in dem Anhang enthaltenen Beobachtungen über den Untergrund in der Umgegend von Mannheim durch Geheimrat Orth lassen nicht verkennen, dass eine Reihe geeigneter Bodenlagen für Rieselung vorhanden ist. Ein Teil des Terrains ist aber absolut für Rieselzwecke aus hygienischen Gründen unverwendbar, weil es entweder bereits als Drainagegebiet für die Grundwasserversorgung Mannheims dient oder als solches in Aussicht genommen ist.

Ob tatsächlich ausreichend Rieselterrain in genügendem Umfang, brauchbarer Lage, entsprechender Entfernung von der Stadt usw. sich findet, ist nicht Gegenstand einer hygienischen Begutachtung.

Die Verunreinigung des Wassers des Rheines ist keineswegs der Stadt Mannheim vollkommen preisgegeben. Nach § 13 der Konzessionsbedingungen (s. o.) heisst es:

„Die Stadt ist verpflichtet, chemische und bakteriologische Untersuchungen des Rheinwassers vorzunehmen und damit baldtunlichst nach rechtskräftiger Genehmigung der Einleitung der Schmutzwässer in den Rhein zu beginnen";

und § 14: „Wenn sich infolge dieser Untersuchungen oder auf andere Weise erhebliche Übelstände aus der Ableitung der Schmutzwässer herausstellen sollten, so sind Einrichtungen zu noch gründlicherer Reinigung derselben durch die Stadtgemeinde Mannheim einzufügen."

Es dürfte sich wohl empfehlen, mit Rücksicht auf die möglicherweise in Jahr-

zehnten doch noch wieder akut werdende Frage erhöhter Reinigung der Abwässer die Frage der Anlage von Rieselfeldern nicht ganz aus dem Auge zu verlieren. Als wünschenswert muss ein höherer Reinheitsgrad der Abwässer, als er nach obigem Projekt erzielt wird, wohl bezeichnet werden.

Im Hinblick hierauf dürfte es vielleicht auch geboten sein, bei der Stadt Mannheim Versuche nach der Richtung in Anregung zu bringen, ob nicht das biologische Klärverfahren geeignet sei, ihre bis jetzt gewählten Kläranlagen zu ersetzen.

Schlusssätze.

1. Die Durchführung einer geregelten Entwässerung Mannheims und der neu einverleibten Vororte ist als notwendig und dringend anzuerkennen.

2. Der Benutzung des für Mannheim in Betracht kommenden rieselfähigen Landes zur Reinigung der Gesamtmenge oder eines Teiles der Abwässer stehen vor allem Interessen der Trinkwasserversorgung von Mannheim und dessen weiterer Umgebung mit Grundwasser entgegen.

3. Als Vorfluter für die Kanalisationswässer ist der Rhein, nicht der Neckar zu wählen.

4. Im Rheine lässt sich das Bestehen einer Flussverunreinigung, welche die Einleitung von Sielwässern als unstatthaft erscheinen liesse, zur Zeit nicht nachweisen.

5. Die durch die städtischen Kanalisationswässer von Ludwigshafen und Mannheim gegenwärtig dem Rheine zufliessenden Unratstoffe verursachen keine merkliche Veränderung der Wasserbeschaffenheit. Eher ist eine solche durch industrielle Abwässer zu befürchten.

6. Die Stadt Mannheim hat für die Zukunft die Erlaubnis erhalten, die Abwässer der Schwemmkanalisation unter den S. 371—374 aufgeführten Bedingungen in den Rhein bei der Oppauer Fähre zu leiten.

Die Schwimmstoffe bis 3 mm Durchmesser sollen entfernt und die Sinkstoffe durch einen Aufenthalt von 40 Minuten in Klärbecken, bei höchstens 2 cm Geschwindigkeit pro Sekunde, zur Ausscheidung gebracht werden.

Die Regenauslässe und der Notauslass entwässern nach dem Rheine oberhalb Mannheim und nach dem Neckar, das Wasser wird durch Rechen, Siebe oder andere ähnlich wirkende Vorrichtungen vorher gereinigt.

Der Reinheitszustand des Flusses ist durch regelmässige Untersuchungen zu überwachen. Bei auftretenden Übelständen kann die Aufsichtsbehörde einen höheren Reinheitsgrad der Abwässer verlangen.

Bei ansteckenden Krankheiten ist die Desinfektion der Ausscheidungsstoffe angeordnet, ausserdem kann die Aufsichtsbehörde nach ihrem Ermessen allgemeine Desinfektion der Abwässer verlangen.

7. Die vorgeschriebene mechanische Klärung wird einen erheblichen Bruchteil der Schwimm- und Sinkstoffe aus dem Sielwasser entfernen. Die vorgesehene Reinigung in Klärbecken mit einer Durchlaufsgeschwindigkeit von 2 cm kann vorläufig bei der jetzigen Bevölkerungszahl als zweckdienlich angesehen werden. Erweist sich die Leistung der Anlage bei steigender Bevölkerungszahl auf Grund anzustellender Unter-

suchungen und der dauernden Überwachung als ungenügend, so ist auf der Grundlage der Ergebnisse der Untersuchungen eine Änderung der Reinigungsanlage, sei es durch Verminderung der Geschwindigkeit, Vergrösserung der Absatzräume, oder in sonst geeigneter Weise herbeizuführen.

8. Die Lage und Anordnung der Regenauslässe und des Notauslasses geben zu Bedenken keinen Anlass. Die Anordnung zweckmässiger Einrichtungen zur Abhaltung der gröberen Schwimmstoffe bleibt den ausführenden Behörden überlassen.

9. Es ist Gewicht darauf zu legen, dass die Einleitung der Abwässer in den Rhein so stattfindet, dass eine möglichst schnelle Vermischung der Kanalisationswässer mit dem Flusswasser stattfinden kann.

10. Auch wenn in Zukunft das Sielnetz von Mannheim die Abgänge von 500000 Menschen aufnimmt, kommen diese Verunreinigungen für den Rhein vom chemischen Standpunkt so gut wie nicht in Betracht. Wesentlich bedeutungsvoller sind die rasch zunehmenden industriellen Verunreinigungen.

11. Als gesundes Trinkwasser ist das Rheinwasser schon jetzt nicht anzusehen.

12. Die vorgeschriebenen Desinfektionsmassregeln der Ausscheidungen bei Kranken und die allgemeine Abwasserdesinfektion werden die Abschwemmung wesentlicher Mengen von Krankheitserregern zu verhindern in der Lage sein.

13. Für die Schiffsbevölkerung sind nur solche Ladeplätze zuzulassen, welche nicht im Abwasserstrome liegen und ausserdem ist der ersteren durch ausreichende Zapfstellen gutes Wasser zur Benutzung zu überlassen.

14. Es ist anzunehmen, dass der Rhein bis Worms einen Teil der angeschwemmten Sielwasserbestandteile durch Selbstreinigung verliert. Durch die Mündung des Sielnetzes an der Oppauer Fähre und die Zwischenschaltung einer Kläranlage dürften für die Reinheit des Flusswassers bei Worms kaum ungünstigere Verhältnisse entstehen, als sie bislang durch die Einleitung der ungereinigten Kanalwässer in den Neckar bestanden haben.

15. Es ist anzunehmen, dass die Durchführung der geplanten Abwässerbeseitigung Mannheims das Wasserwerk und die öffentliche Gesundheit von Worms in ungünstigem Sinne nicht beeinflussen wird.

16. Wenn das vorgeschlagene Projekt zur Reinigung der Mannheimer Kanalwässer auch keine Verletzung der sanitären Verhältnisse flussabwärts gelegener Orte herbeiführt, so soll doch nicht unerwähnt bleiben, dass ein höherer Reinheitsgrad der Abwässer, namentlich mit Rücksicht auf die immer mehr sich steigernde Inanspruchnahme des Rheines als Vorfluter auch oberhalb Mannheims, sich als erwünscht und vielleicht in nicht zu ferner Zeit als notwendig erweisen wird. Welches Verfahren dann anzuwenden sein würde, kann der Zukunft überlassen bleiben.

Anhang.

Überblick über die Bodengrundlagen der Umgegend von Mannheim mit Bezug auf die Möglichkeit der Anlage von Rieselfeldern für die Sanierung der städtischen Schmutzwässer.

Gutachten, erstattet im Auftrage des Reichs-Gesundheitsrats vom Geheimen Regierungsrat Professor Dr. Albert Orth, Mitglied des Reichs-Gesundheitsrats.

Die mir gestellte Aufgabe bezog sich darauf, mehrere Tage vor den Verhandlungen der besonders dafür berufenen Kommission des Reichs-Gesundheitsrats, welche am 17. und 18. April 1902 in Mannheim und Umgegend stattfinden sollten, die Umgegend von Mannheim zu bereisen, um über die bezüglichen Fragen bei diesen Verhandlungen berichten zu können.

Bei den Vorbereitungen dazu bin ich durch die Grossherzoglich Hessische Geologische Landesanstalt zu Darmstadt und durch die Grossherzoglich Badische Geologische Landesanstalt in Heidelberg sowie durch Herrn Kulturinspektor Walliser in Heidelberg freundlich unterstützt worden, was ich auch an dieser Stelle mit Dank anzuerkennen habe.

Die nach neuer Methode bearbeiteten und teilweise vorhandenen geognostisch-agronomischen Karten dieser Gegend haben die Aufgabe ausserdem wesentlich erleichtert.

Nach dem Besuche der Geologischen Landesanstalten in Darmstadt und Heidelberg und bei Herrn Kulturinspektor Walliser am 14. April 1902 habe ich am 15. April die Gegend von Friedrichsfeld und Schwetzingen, am 16. April die Gegend von Seckenheim, Käferthal und Viernheim sowie die Friesenheimer Insel untersucht und an verschiedenen Stellen Proben entnommen. Nach den Erfahrungen von Berlin, wo die städtischen Rieselfelder zur Reinigung der Schmutzwässer bis zu 25 km Abstand angelegt und wo geringe Sandgegenden durch die Verwertung ihrer vegetabilischen Erzeugnisse in weitem Umkreise geradezu zu Wohlstand gelangt sind, mussten auch hier die Entfernungen etwas weiter berücksichtigt werden. Anzuerkennen ist, dass bei Mannheim, im Winkel von 2 Flüssen mit eigenartigen Grundwasser- und Grundströmungs-Verhältnissen der betreffenden Täler und in der Nähe verschiedener politischer Grenzen gelegen, manche Verhältnisse ungünstiger sind, als es bei Berlin der Fall ist. Da aber der Rhein bereits jetzt, wie die Besichtigung am 17. April 1902 ergeben hat, einen hohen Grad von Verschmutzung aufweist und die Quellen dieser Verschmutzung eher vermindert als vermehrt werden sollten, so liegt auch hier besondere Veranlassung vor, zu prüfen, ob dafür Mittel und Wege möglich zu machen sind, zumal die grossartige Entwicklung der verschiedenen beteiligten städtischen Gemeinwesen eine rasch steigende Vermehrung der zu beseitigenden Schmutzstoffe erwarten lässt.

Für die Rieselfeldfrage kam es darauf an, festzustellen, ob solche Bodenarten

hinreichend vorhanden sind, welche als genügend aufnahmefähig für das Schmutzwasser und als geeignet für die Reinigung desselben zu bezeichnen sind, wobei bekanntlich die Benutzung für Pflanzenvegetation ganz wesentlich für die Sanierung mitwirkt, ausserdem verwertbare Produkte erzeugt, dem Wohlstande der Gegend dienlich wird und der städtischen Bevölkerung billige Nahrungsmittel liefert.

Der Boden der Umgegend von Mannheim ist wesentlich gebildet unter dem Einflusse des Neckars und des Rheins und sind ältere diluviale und jüngere alluviale Ablagerungen dabei beteiligt. Die sandigen Ablagerungen sind zum Teil zu hohen Dünen zusammengeweht worden. Von Heidelberg ausgehend charakterisiert der sogenannte Neckarschuttkegel eine grosse Reihe von vorzüglichen Bodengrundlagen mit sehr fruchtbarem Lehm- und Mergelboden auf einer Unterlage von Sand, Kies und Schotter, welche grossenteils dem Diluvium angehören. Das Neckar-Alluvium schliesst sich bis Mannheim daran an und findet in den tonigen Ablagerungen des Rhein-Alluviums seine Fortsetzung.

Grosse sandige Gebiete sind namentlich vorhanden in den mit Kiefern besetzten Dünen und ebenen Sanden von Seckenheim-Friedrichsfeld, in dem grossen Hardtwalde bei Schwetzingen, in den sandigen Feldmarken von Ketsch und Hockenheim, deren östlicher Teil noch dem Hochgestade angehört, ferner in den grossen Feldmarken von Käferthal und Viernheim, in den mit Kiefern besetzten Wäldern von Käferthal und Viernheim, in den Feldmarken von Sandhofen und Lampertheim. Auf der sogenannten Friesenheimer Insel ist der Flusssand zum Teil zu Tage tretend, zum Teil unter einer dünnen Decke von Flusslehm und Flusston resp. Mergel ebenfalls stark vertreten. Die linke Rheinseite ist hierbei nicht berücksichtigt worden.

Unter diesen sandigen Bodenarten ist die Mehrzahl der natürlichen Beschaffenheit nach für Berieselung mit städtischem Schmutzwasser geeignet. Namentlich die in den Feldmarken und Wäldern auftretenden Dünensande sind für Rieselfeldanlagen gut zu gebrauchen, obwohl ihre Wasserkapazität und Absorption für Pflanzennährstoffe nicht als hoch zu bezeichnen sind. Charakteristisch ist für viele Dünensande dieser Gegenden, dass sie einen nicht unerheblichen Gehalt an kohlensaurem Kalk haben und deshalb für die Nitrifikation stickstoffhaltiger Stoffe sich besonders günstig verhalten. Ausserdem ist oberhalb auf tiefer Sandunterlage durch die Verwitterung feldspathaltiger Gesteinsbeimengungen vielfach ein schwach lehmiger Sand in geringer Mässigkeit entstanden, wodurch der obere Boden für die Zwecke der Berieselung an Wert gewonnen hat.

Die Sande sind zum Teil stark eingeebnet, zum Teil in der sehr wechselnden Beschaffenheit der Dünen vorhanden. Der natürliche Grundwasserstand ist grossenteils ein tiefer. In den Waldgebieten sind grosse Kieferbestände auf dem trocknen Sandboden vorherrschend vertreten. Wenn der eingeebnete Sandboden leichter in Rieselfelder umzuformen ist, so lassen sich in den Dünengebieten terrassenförmige Kulturen schaffen, welche für geneigte Grasflächen ganz zweckmässig sind.

Es ist demgemäss unzweifelhaft feststehend, dass der natürlichen Beschaffenheit nach grosse sandige für Berieselung geeignete Flächen in der Umgegend von Mannheim vorhanden sind.

Von besonderer Bedeutung ist die Grundwasserströmung, welche im allgemeinen von den östlichen Randgebirgen aus in westlicher Richtung, in etwas nach Nordwest abgelenkt, dem Rhein, zum Teil dem Neckar zugeht, in dieser Gegend aber durch die grosse Wasserentnahme der Stadt Mannheim und von grossen, viel Wasser gebrauchenden Fabriken beeinflusst wird. Die im Untergrunde vorhandenen groben Sand- und Kiesablagerungen befördern die Beweglichkeit der Grundwasserströmung, welche danach der starken künstlichen Entnahme folgend ganz andere Richtungen annehmen kann, als den natürlichen Verhältnissen des Gefälles entspricht.

Wenn Rieselfelder nach den natürlichen Grundwasserströmungsverhältnissen zweckmässig in der Nähe der Wasserläufe so angelegt werden, dass das auch bei Röhrendrainage eventuell noch in den Untergrund übergehende Wasser diesen Wasserläufen direkt zufliessen kann, so werden diese Verhältnisse durch starke künstliche Wasserentnahme geradezu verschoben und umgekehrt, so dass eine Äusserung über die Anlage der Rieselfelder unmöglich ist, wenn nicht das Gebiet der jetzigen und künftigen Wasserentziehung nach Umfang und Richtung einigermassen übersehen werden kann.

Vor weiterer Äusserung ist es deshalb erforderlich, über die jetzigen Grundwasserverhältnisse, über diese Grundwasserentnahme nach ihrem Einflusse auf die Ausdehnung, Stärke und Richtung der Zuströmung sowie über die Stellen, wo die zukünftige vermehrte Wasserentnahme stattfinden soll, und die dadurch zu erwartende Änderung der Grundwasserströmung eine möglichst genaue Auskunft zu erhalten, welche demgemäss erbeten werden muss.

Die praktisch wichtige ökonomische Frage der käuflichen Erwerbung von für die Berieselung geeigneten Flächen kann naturgemäss nicht Aufgabe dieses Gutachtens sein.

Generations- und Wirtswechsel bei *Trypanosoma* und *Spirochaete*.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von

Fritz Schaudinn

(Rovigno).

(Hierzu 20 Textfiguren.)

Bekanntlich nahm die neuere Haemosporidienforschung, die in der Entdeckung des Generations- und Wirtswechsels der menschlichen Malariaparasiten ihren derzeit höchsten Stand erreicht haben dürfte, ihren Ausgang von der Untersuchung der Vogelblutparasiten. Die Arbeit von Mac Callum über *Halteridium* und Ross über *Proteosoma* bezeichnen den Anfang der neuen Ära der Malariaforschung.

Von den Gattungen der einzelligen Blutparasiten dürften zur Zeit die Vertreter des Genus *Plasmodium*, zu dem ich auch das *Proteosoma* der Vögel rechne, am genauesten erforscht sein, sowohl bezüglich der Morphologie und Physiologie als der Entwicklungsgeschichte. Von den Proteosomen der Vögel und den Plasmodien des Menschen kennt man jetzt die wichtigsten Etappen des Zeugungskreises, wenn wir auch noch weit von einem vollständigen Verständnis der gesamten Lebensgeschichte dieser Formen entfernt sind. Neue Anregungen dürfte hier erst die Kenntnis der andern mehr oder weniger nah verwandten Blutparasiten geben, deren Erforschung aber noch sehr weit zurück ist. Das Bestreben der weiteren Haemosporidien-Forschung muss zunächst sein, das Studium der anderen Arten wie der Vertreter der Gattungen *Haemoproteus* (= *Halteridium*), *Trypanosoma*, *Piroplasma*, *Karyolysus*, der Leucocytozoen, Spirochaeten usw. soweit zu fördern, dass sie zum Vergleich mit den besser bekannten Angehörigen der Gattung *Plasmodium* herangezogen werden können. Von dieser vergleichenden Forschung verspreche ich mir die meiste Anregung für den weiteren Ausbau des für die Biologie wie Medizin gleich wichtigen Forschungsgebietes über die Blutschmarotzer. Die gleichzeitige Inangriffnahme des Studiums der verschiedenen Formen dürfte am schnellsten zu diesem Ziele führen. Aus diesem Grunde habe ich seit Jahren nicht nur die Parasiten der Säugetiere, sondern auch die der Vögel und Kaltblüter in Bearbeitung genommen und hoffe so allmählich, mit Hilfe meiner Mitarbeiter, eine gewisse Übersicht der Entwicklungsvariationen bei den Haemosporidien zu erhalten.

Die für den Menschen in praktischer Hinsicht wichtigste Gattung von Blutschmarotzern nächst dem Genus *Plasmodium* ist *Trypanosoma*, da wie bekannt, Ver-

treter dieser Gruppe als Krankheitserreger beim Menschen selbst und bei seinen wichtigsten Haustieren eine Rolle spielen.

Wie bei der Malariaforschung scheint mir auch für das erste Studium des Trypanosomen-Problems das günstigste Objekt der Vogel zu sein. Seine geringe Grösse und die leichte Behandlung in der Gefangenschaft eignen ihn besser für experimentelle Untersuchungen als die Säugetiere. Hinzu kommt, dass über die Trypanosomen der Vögel bereits grundlegende Arbeiten vorliegen, die das Eindringen in das Objekt erleichtern. Ich meine die glänzenden Untersuchungen eines der hervorragendsten Haemosporidienforscher, Danilewsky's, die er hauptsächlich in seiner „Parasitologie comparée du sang I., Kharkoff 1889" zusammengefasst und niedergelegt hat. Danilewsky hat die Trypanosomen der Vögel in diesem Werke so eingehend beschrieben, dass es verwunderlich erscheint, warum niemand seither diese Untersuchungen wieder aufgenommen hat. Ebensowenig hat meines Wissens ausser Sacharoff irgend ein neuerer Forscher von den Anregungen Gebrauch gemacht, die Danilewsky bezüglich der *Spirochaete*, des Erregers des Rückfallfiebers, bei seinen Haemosporidienstudien gibt. Meine Untersuchungen werden zeigen, dass Danilewsky und sein Nachfolger Sacharoff viele Entwicklungsstadien der Trypanosomen und der ihnen nächst verwandten Spirochaeten, soweit sie im Vogelblut leben, schon richtig beobachtet haben und dass ihnen nur die Kombination der Entwicklungsreihen nicht gelungen ist. In meiner ausführlichen Arbeit hoffe ich den Studien dieser beiden Autoren über dieses Thema in eingehender Weise gerecht zu werden; an dieser Stelle muss ich mich der Kürze halber mit dieser Erklärung begnügen.

Die direkte Anregung, mich mit den von Danilewsky entdeckten Parasiten des Vogelblutes zu beschäftigen, gab mir die Arbeit von Ziemann[1]), der eine der Formen, das sogenannte Leucocytozoon beim Steinkauz wiederfand und ohne Kenntnis der grossen Monographie Danilewsky's genauer studierte. Seine Untersuchungen ergänzten besonders bezüglich der Kernverhältnisse die Arbeiten Danilewskys und Sacharoffs. Persönliche Unterhaltungen mit Herrn Dr. Ziemann und die Demonstration seiner Präparate gaben mir Veranlassung, diese Leucocytozoen selbst zu bearbeiten und vor allem die Originalarbeiten Danilewsky's zu Rate zu ziehen. Eine Reihe schöner Präparate erhielt ich ferner von Herrn Dr. Ziemann selbst zur Benutzung. Es ist mir eine besonders angenehme Pflicht, diesem eifrigen Haemosporidienforscher auch an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank für die gewährte Unterstützung auszusprechen.

Das Material für die experimentelle Untersuchung des Generationswechsels der Trypanosomen und Spirochaeten lieferte eine grössere Anzahl von Steinkäuzen (*Athene noctua)*, die teils hier in Rovigno gefangen, teils von Vogelhändlern bezogen waren. Zum Vergleich wurde auch eine Anzahl anderer Vögel, teils in Berlin, teils in Rovigno untersucht; über die Beobachtungen an diesen kann ich, da sie noch nicht abgeschlossen sind, erst in der ausführlichen Arbeit berichten. Das Folgende bezieht sich daher nur auf die Parasiten des Steinkauzes.

[1]) Ziemann, H., Über Malaria- und andere Blutparasiten nebst Anhang: Eine wirksame Methode der Chromatin- und Blutfärbung. Jena (Gustav Fischer) 1895.

Im Blut der *Athene noctua* finden sich ausser Proteosomen, deren Entwicklung in *Culex pipiens* in derselben Weise wie bei denen des Sperlings erfolgt, sehr häufig Halteridien und die von Danilewsky entdeckten, von Ziemann genauer beschriebenen Leucocytozoen. Auf die Proteosomen gehe ich in dieser Mitteilung nicht näher ein. Die Halteridien erwiesen sich durch meine Untersuchungen als die Geschlechtsstadien eines *Trypanosoma*, das in der gemeinen Stechmücke, *Culex pipiens*, sich vermehrt, um nach einer komplizierten Wanderung durch den Körper der Mücke mit dem Stich der letzteren wieder in das Blut der Eule zu gelangen und sich dort nach einer Periode der asexuellen Vermehrung in die bekannten männlichen und weiblichen Halteridien zu verwandeln. Das *Halteridium* des Steinkauzes ist von Celli und San Felice[1]) 1891 als besondere Art unter dem Namen *Haemoproteus noctuae* beschrieben worden. Da es nur ein Stadium eines Trypanosoma ist, muss die Art den prioritätsrechtlich älteren Namen *Trypanosoma noctuae* (Celli und San Felice) führen. Ob dies für alle Angehörigen der früher *Halteridium*, jetzt *Haemoproteus* genannten Gattung gilt, müssen erst weitere Forschungen lehren. Ich muss die Diskussion dieser Prioritätsfragen auf die ausführliche Arbeit verschieben, da mir hier in Rovigno die nötige Litteratur fehlt.

Das sogenannte Leucocytozoon des Steinkauzes hat Laveran vor kurzem als echte *Haemamoeba* erkannt[2]) (*Haemamoeba* wäre synonym zu *Plasmodium*) und mit dem Speziesnamen *Haemamoeba Ziemanni* belegt. Meine Untersuchungen haben ergeben, dass auch diese Form von *Culex pipiens* übertragen wird. Im Darm der Mücke erfolgt wie bei *Halteridium* die Befruchtung. Der riesige Ookinet rundet sich ab und produziert auf asexuelle Weise im Darm der Mücke eine enorme Zahl von trypanosomenähnlichen Sprösslingen, die sich in echte Spirochaeten verwandeln. Die Spirochaeten, die also nicht Bakterien sondern Flagellaten sind[3]), wandern in die Malpighischen Schläuche ein und vermehren sich hier in der für *Spirochaete* und *Trypanosoma* charakteristischen Weise durch Längsteilung weiter. Nach der Überschwemmung dieser Organe gelangen sie in das Lacunom und von hier in den vordersten Teil des Ösophagus, von wo sie beim Stich in das Blut des ersten Wirts, der Eule entleert werden. Nach einer ungeschlechtlichen Vermehrungsperiode im Blut in der *Spirochaete*-Gestalt werden die grossen Gameten produziert. Ausser diesem direkten Wege durch den Mückenkörper können sowohl die Spirochaeten als die Halteridien-Trypanosomen unter gewissen Bedingungen in die Ovarien der Mücken gelangen und dort eine Infektion der nächsten Mückengeneration bewerkstelligen. Das Leucocytozoon

---

[1]) Vergl. Celli und San Felice, Über die Parasiten des roten Blutkörperchens im Menschen und in Tieren. In: Fortschritte der Medizin, 1891, Nr. 12—14.

[2]) Er schliesst dies daraus, dass diese Form in männlichen und weiblichen Gameten auftritt, die beim Erkalten des Blutes die Befruchtung in derselben Weise wie die Angehörigen der Gattung *Plasmodium* und *Halteridium* ausführen. Vergl. Laveran, A., in: C. R. Soc. Biol. 1903, Bd. 55, S. 620.

[3]) Schon im Frühjahr 1902 hatte ich Herrn Dr. Ziemann in Berlin von meinen Beobachtungen über die Umwandlung seiner Leucocytozoen in Trypanosomen berichtet, daher hat er in einer vorläufigen Mitteilung (Archiv f. Schiffs- und Tropenhyg. Bd. VI 1902, S. 389) bereits diese Formen als *Trypanosoma* bezeichnet.

des Steinkauzes muss nach den zoologischen Nomenklaturgesetzen nunmehr den Namen *Spirochaete ziemanni* (Laveran) führen.

In dieser vorläufigen Mitteilung kann ich weder die cytologischen, äusserst interessanten Details dieser Parasiten geben noch auf die Litteratur eingehen, sondern nur eine kurze Übersicht meiner entwicklungsgeschichtlichen Resultate in Form eines Zeugungskreises zusammenstellen. Die Untersuchungsmethoden waren grösstenteils dieselben, die bei meinen bisherigen Rhizopoden- und Sporozoen-Studien in Anwendung kamen. Die Zucht der Mücken, die Art der Infektion, die Blutuntersuchung usw. erfolgte in derselben Weise wie bei meinen Malariastudien.

I. Der Zeugungskreis von *Trypanosoma noctuae* (Celli und San Felice).

Die weiblichen und männlichen Halteridiumstadien im Blut der Eule entsprechen in ihrer Morphologie bis auf geringe Spezies-Unterschiede denen, welche durch die bahnbrechenden Untersuchungen von Mac Callum[1]) bei der Krähe und dann durch andere Forscher auch bei anderen Vögeln bekannt geworden sind. Diese Stadien gelangen beim Stich in den Mitteldarm (Magen) von *Culex pipiens* und führen hier die Befruchtung in derselben Weise aus, wie dies Mac Callum nach Beobachtungen unter dem Deckglase beschrieben hat; das heisst die blassen Mikrogametocyten, die durch grobes Pigment ausgezeichnet sind, produzieren die Mikrogameten, von denen einer in einen der dunkleren, mit feinerem Pigment versehenen Makrogameten eindringt. Der Makrogamet verwandelt sich in den Ookineten. Bis hierher war die Entwicklung von *Halteridium* bekannt. Ich beginne daher die Schilderung des Zeugungskreises mit dem würmchenartig beweglichen Stadium des Ookineten im Darm der Mücke. Das hyaline, etwas stärker lichtbrechende Vorderende des Würmchens führt bei der Bewegung durch das im Anfang des Zerfalls befindliche Blut im Mückendarm ziemlich lebhafte Gestaltsveränderungen aus, indem es sich bald spitz auszieht, bald stumpf abrundet. Hinter diesem Vorderende folgt meist eine Zone, die eine oder mehrere, grössere oder kleinere, helle Vakuolen enthält, dann folgt das dichtere Plasma mit dem Kern und schliesslich das mehr oder weniger stumpf abgerundete Hinterende mit dem Pigment. Die Bewegungen des Ookineten sind dieselben wie bei dem der Malariaparasiten, d. h. Knickbewegungen, peristaltische Kontraktionen und Vorwärtsgleiten mit Hilfe eines Gallertstiels, wie bei den Gregarinen. In diesem Zustande findet man die Parasiten je nach der Temperatur der Umgebung im Darm 8—36 Stunden nach dem Blutsaugen. Bekanntlich sondern sich kurze Zeit nach dem Saugen die festeren Bestandteile des Blutes im Darm der Mücke von den flüssigen, indem erstere etwa die hinteren drei Viertel, letztere das vordere Viertel des Mitteldarms einnehmen. Die Ookineten, die in den ersten Stunden nach dem Blutsaugen ziemlich gleichmässig durch das Blut verteilt waren, sammeln sich allmählich mehr in dem vorderen, die flüssigen Bestandteile der Nahrung enthaltenden Abschnitte des Mitteldarms. Während ihrer Wanderung durch den Nahrungsbrei machen sie eine Reihe von Veränderungen durch, die zunächst darin bestehen, dass sie sich des

[1]) Mac Callum, W. G., On the haematozoan infection of birds. In: Journ. exper. Med. Baltimore, v. 3. 1899.

überflüssigen Ballastes der Exkrete, besonders der Pigmentkörner entledigen. Dieselben werden, in gallertige Plasmaklumpen gehüllt, bei der Wanderung am Hinterende abgestossen. Hierbei werden meist auch schon die bei der Befruchtung im Plasma verbliebenen Reduktionskerne entfernt, auf deren Entstehung ich später zurückkomme. Ferner erfolgt in dieser Periode die sehr langsam fortschreitende vollständige Vermischung der mütterlichen und väterlichen Kernteile zum Synkaryon. Wenn ich auch erst in der ausführlichen Arbeit auf die Details der Befruchtung eingehen kann, so sei hier doch zum Verständnis des Folgenden schon erwähnt, dass meine Untersuchungen der verschiedenen komplizierten Kernveränderungen dieser Parasiten ergeben haben, dass ihr Kern (resp. ihre Kerne) eine konstante Zahl von chromatischen Elementen oder Chromosomen aufweist, die normal acht beträgt. Vor der Befruchtung wird durch eine Reihe komplizierter Reifungs-Vorgänge unter Bildung von Vierergruppen, die dann bei den Reduktionsteilungen aufgeteilt werden, bei beiden Geschlechtern die Normalzahl der Chromosomen von 8 auf 4 reduziert. Wir finden dann im neu entstandenen Ookineten dicht neben einander 2 Gruppen von je 4 Chromosomen, die zusammen die für so viele Sporozoen schon beschriebene Befruchtungsspindel bilden. Neben dieser Spindel liegt dann noch ein komplizierter gebautes Gebilde, das ich zunächst mit dem indifferenten Namen Karyosom belegen will, ohne irgend welche Homologisierungen zum Ausdruck zu bringen. Dasselbe enthält auf einem bestimmten Stadium ausser einem zentralen, von einem hellen Hofe umgebenen Korn ebenfalls 8 Chromatingebilde, die von einer färberisch sich als plastinähnlich erweisenden Substanz zu einem kugligen Körper zusammengefügt werden. Dieses Karyosom rückt in die sich abrundende Kernspindel hinein und nimmt schliesslich das Zentrum des kuglig gewordenen Synkaryon ein. Dieses in Fig. 1a schematisch dargestellte Stadium des Ookineten nehme ich als Ausgangspunkt für die Schilderung des Zeugungskreises.

Ein vergleichendes Studium der Ookineten in diesem Stadium ergibt, dass das erwähnte Schema der Kernkonfiguration bei allen verwirklicht ist, dass aber die übrigen Struktureigentümlichkeiten des Plasmas und das Massenverhältnis desselben zum Kern sehr variabel sind. Wir finden grosse Ookineten mit relativ kleinem Kern, und kleine Ookineten mit grossem Kern, finden das Plasma mehr oder weniger reich beladen mit Reservestoffen usw. Diese Variabilität dürfte bedingt sein durch einen grossen Komplex von verschiedenen Faktoren, denn die Schicksale, welche die zur Befruchtung gelangten Zellen erfahren haben, sind sehr verschiedener Art, sowohl in physiologischer als ontologischer Hinsicht. Da gibt es besser und schlechter ernährte Weibchen und Männchen, ihrer Entstehung nach sind die einen jung, die andern alt, ferner können die einen auf ungeschlechtliche Weise, durch einfache Teilung, die anderen durch Parthenogenese entstanden sein. Kurz ich habe die Überzeugung gewonnen, dass die Ursachen für die Variabilität der Keimzellen und damit für die Differenzierung der Geschlechter bei diesen scheinbar einfachen Organismen schon durch die Kombination ebenso komplizierter und mannigfaltiger Faktoren dargestellt werden, wie bei den höchsten Organismen. Ihre Zurückführung auf einfachere Ideenkomplexe dürfte hier ebenso grossen Schwierigkeiten entgegensehen, wie bei den

Metazoen, jedenfalls wird das Studium der Morphologie und Entwicklungsgeschichte nicht die Lösung des Rätsels bringen. Ob uns die experimentelle Physiologie auf diesem Gebiete viel weiter bringt, scheint mir auch sehr fraglich.

Ich kann also hier nur die Tatsachen beschreiben, ohne ihren Ursachen nachzugehen. Für die Ookineten zeigt es sich nun, dass sie schon vom Beginn ihrer Entstehung geschlechtlich differenziert sind. Sie entwickeln sich in dreifacher Weise weiter, entweder zu indifferenten, zwittrigen Formen oder zu solchen mit ausgesprochen weiblichen oder männlichen Charakteren. Die ersteren Formen können dann unter gewissen Bedingungen auch wieder zu Männchen oder Weibchen werden, die Ursachen hierfür sind leider wieder unbekannt. Alle drei Formenreihen können sich auf ungeschlechtliche Weise vermehren, die indifferenten durch Zweiteilung, die Weibchen können sämtliche 3 Formenreihen durch Parthenogese wieder reproduzieren, während die Männchen die beschränkteste Entwicklungsfähigkeit haben, sie vermehren sich auf multiple Weise, sind dann aber bald befruchtungsbedürftig und gehen, wenn sie nicht zu Kopulation mit dem Weibchen gelangen, zugrunde. Unter gewissen Bedingungen scheint aber sowohl bei den indifferenten Formen als bei den Weibchen die Propagation eine Grenze zu haben, sowohl in der Mücke als im Vogel. Diese Bedingungen stellen wiederum einen äusserst komplizierten Faktorenkomplex dar. Sowohl innere Gründe, d. h. solche, die in den Parasiten selbst gelegen sind, als äussere, die in dem umgebenden Medium, also in diesem Falle dem Wirt liegen (Antikörper usw.), beschränken die Vermehrung der Parasiten. Das Studium der Morphologie und Entwicklungsgeschichte kann auch hier nur wieder die Grundlagen für die weitere physiologische Forschung liefern, aber nur weniges zur Erklärung beitragen.

Nach diesen Vorbemerkungen gebe ich eine gedrängte Übersicht meiner Resultate, die natürlich noch in vielen Fragen zu keinem Abschluss gelangt sind. Meist muss ich mich in dieser vorläufigen Mitteilung auf Andeutungen beschränken, die vor allem den Zweck haben sollen, neue Mitarbeiter für die Erforschung dieser nicht nur für die Parasitologie, sondern auch für die gesamte Zellenlehre wichtigen Organismen zu werben.

a) Die Entstehung der indifferenten Trypanosomen aus den Ookineten.

Wir gehen aus von dem in Fig. 1a skizzierten Stadium des Ookineten. Das Plasma desselben ist hell, wenig färbbar. In der Mitte liegt das fertige Synkaryon, es sind oft noch 8 Chromosomen erkennbar, die das dunkel färbbare Karyosom umgeben. Der Bau des letzteren ist schon vorher geschildert, man erkennt zuweilen in ihm ebenfalls 8 Chromatinelemente, die ein Zentralkorn umgeben. In der hinteren abgerundeten Hälfte des Ookineten liegt das Pigment und vier kernähnliche Gebilde, Überreste der Reduktionsvorgänge. Fig. 1b zeigt einen Ookineten, der gerade im Begriff war, sich des Pigmentes und der Reduktionskörper zu entledigen. Der Kern macht nun eine Reihe von Veränderungen durch, die allmählich zur Ausbildung einer heteropolen Spindel führen. Am lebenden Objekt bemerkt man zunächst, dass das Karyosom amöboide Bewegungen ausführt und allmählich schwächer lichtbrechend wird; es macht den Eindruck, als ob von dem zentralen Teil des Kerns

Substanzen an die Peripherie abgegeben werden. Genauer werde ich diese Vermischung der peripheren Teile des Karyosoms mit den chromatischen Elementen des übrigen Kerns in der ausführlichen Arbeit durch eine grössere Zahl von farbigen Figuren erläutern. Es gelingt nämlich durch gewisse Modifikationen des Romanowskyschen Verfahrens, das Karyosom stets in einem anderen Farbenton zu tingieren wie den übrigen Kern und auf diese Weise seine Umwandlungen zu verfolgen. Das Resultat

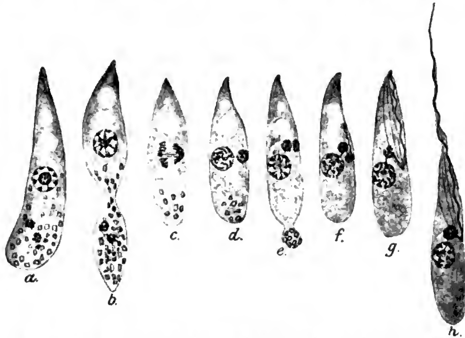


Fig. 1a—h. Schematische Darstellung der Umwandlung eines Ookineten von indifferentem Charakter in das Trypanosoma-Stadium.

dieser Vorgänge ist, dass die 8 Chromatinelemente des Karyosoms mit Hilfe des Plastins sich mit den 8 peripheren Chromatinkomplexen vereinigen und im Zentrum des Kerns nur das Zentralkorn mit seinem hellen Hof zurückbleibt. Das Zentralkorn teilt sich hantelförmig und bildet im Kern eine kleine Zentralspindel, um die sich die 8 kompliziert gebauten Chromosomen im Äquator gruppieren. Die Chromosomen spalten sich und rücken zum Dyasterstadium auseinander. Dieses ist in der schematischen Figur 1c dargestellt. Man bemerkt eine deutliche Heteropolie der Spindel. Die rechte Spindelhälfte ist deutlich kleiner, dafür aber dichter und am gefärbten Objekte dunkler und plastinreicher. Es entstehen auf diese Weise 2 Kerne von sehr verschiedener Grösse und Struktur. In Fig. 1d ist der linke Tochterkern bereits wieder in Begriff, sich zu rekonstruieren. Die 8 Chromosomen sind lange mäandrisch gewundene Fäden geworden. Der rechte Kern ist viel kleiner und dichter; man kann meist nur an günstigen Mazerationspräparaten die 8 Chromosomen in ihm zählen. Jeder Kern enthält im Zentrum ein Zentralkorn, das durch einen feinen achromatischen Faden mit dem des Schwesterkerns verbunden ist und auch weiter verbunden zu bleiben scheint. Wenigstens habe ich in vielen späteren Stadien durch Mazeration ihn noch nachweisen können. Der kleine Kern ist ausserdem reicher an Plastin, er färbt sich nach Giemsa in einer violetten Nuance, während der linke Kern rein rot

erscheint. Am lebenden Objekt erfolgt der ganze Vorgang der Verteilung des Karyosoms und der Kernteilung so schnell, dass ich, bevor ich die gefärbten Stadien studierte, folgenden Eindruck gewann. Ich sah, dass das Karyosom amöboid beweglich wurde und allmählich verschwand, plötzlich schien es mir an der rechten Seite des Kerns wieder aufzutauchen und blitzschnell aus dem Kern herauszurücken; das ganze war das Spiel weniger Minuten. In Wirklichkeit war das neu aufgetauchte Karyosom, aber die rechte Spindelhälfte, die soviel stärker lichtbrechend war als die grössere linke. Nach dem genauen Studium der gefärbten Präparate habe ich dann auch am lebenden Tier viel mehr sehen können. Dieser Fall hat mir die Lehre gegeben, dass man nicht oft genug das Studium des lebenden und gefärbten Objekts kombinieren und durch einander kontrollieren kann.

Eine ähnliche Erfahrung musste ich nun auch bei der Beobachtung der weiteren Umwandlung des Ookineten zum Flagellaten machen. Ich glaubte also zunächst festgestellt zu haben, dass das Karyosom aus dem Kern heraus und an den vorderen rechten Seitenrand des etwas abgeplatteten Ookineten rückt. Dann sah ich, wie von diesem Karyosom längs des rechten Randes ein geschlängelter Faden herauswuchs, wie dieser Faden sich immer weiter nach vorn erstreckte und schliesslich als freie Geissel weit über die Spitze des Ookineten hervortrat und bald darauf anfing, undulierende Bewegungen zu machen, die den Ookineten, nunmehr als ***Trypanosoma***, aus der Mitte des Gesichtsfeldes entführten. Ich hatte die Vorstellung gewonnen, die ja auch mit allem Bekannten gut übereinzustimmen schien, dass das Karyosom, das mit dem Zentrosom nach Laveran und Mesnil zu homologisieren wäre, aus dem Kern herausrückt, zum Blepharoplast wird und die Leiste der undulierenden Membran, deren freies Ende die Trypanosomen-Geissel darstellt, produziert. Das Studium der Präparate, besonders gelungener Mazerationspräparate ergab aber, dass ich auch hier nur ein grobes Schema gesehen hatte, gewissermassen nur den Rahmen des wirklichen Bildes, das sich als viel komplizierter erwies, ja vielleicht noch viel komplizierter sein dürfte, als ich es mit den zur Zeit besten optischen und technischen Hilfsmitteln nachweisen kann.

Der kleinere durch heteropole Mitose abgespaltene Kern ist in der Tat der Blepharoplast des ***Trypanosoma***, aber ein vollkommener Zellkern mit Zentrosom und 8 Chromosomen, nicht nur ein Zentrosom, Karyosom, Nucleolus oder gar eine einfache Ektoplasmaverdichtung wie Senn meint. Die Vermutung von Laveran und Mesnil bezüglich der Kernnatur des Blepharoplasten ihres ***Trypanoplasma*** kann ich also auch für die vorliegende Form als richtig nachweisen.

Doch verfolgen wir jetzt die Bildung des lokomotorischen Apparates bei unserem Ookineten weiter. Der grössere, in der Mitte des Entoplasmas verbleibende Kern tritt in das Ruhestadium (Fig. 1 d), während der kleinere etwas nach vorn rückt, an die Grenze des Entoplasmas gegen das Ektoplasma und sich wiederum senkrecht zur Hauptachse des Tieres in eine heteropole Spindel umwandelt (Fig. 1 e). Die Differenzen der beiden Spindelhälften sind aber nicht so stark ausgeprägt, wie bei der ersten Mitose. Die rechte kleinere Spindelhälfte liegt jetzt ganz an der Peripherie der Zelle im Ektoplasma. Nach der Abschnürung der linken Kernhälfte bleibt auch hier wieder

der Zentralspindelrest als Verbindungsfaden, sodass jetzt alle drei differenten Kerne verbunden sind. Der kleinste von den drei Kernen, der ganz peripher gelegen ist, bildet sofort wieder eine Spindel, deren Längsachse aber senkrecht auf der der letzten Spindel steht (Fig. 1f). Wiederum ist die Spindel heteropol, der nach vorne gerichtete Pol ist der kleinere. Diese dritte Spindel verwandelt sich nun in den lokomotorischen Apparat des *Trypanosoma*, indem die Zentralspindel exzentrisch verlagert wird und zum verdickten Rand der undulierenden Membran sich entwickelt (Fig. 1g), während die acht, der Zahl der Chromosomen entsprechenden Mantelfasern zu acht Myonemen werden, welche zu je vier auf jeder Fläche des abgeplatteten Vorderteiles des *Trypanosoma* im Ektoplasma verlaufen und sich am vorderen Ende mit der Zentralspindel, das heisst dem verdickten Rand der undulierenden Membran zur Bildung der konischen Geissel vereinigen (Fig. 1h). Entsprechend dieser Entwicklungsgeschichte des lokomotorischen Apparates, die ich in der ausführlichen Arbeit eingehend darstellen werde, findet man auf Mazerationspräparaten die bandförmige Geissel zusammengesetzt aus einem dickeren exzentrischen Achsenfaden (der Zentralspindel) und 8 Mantelfibrillen (den Mantelfasern); nur das distale verjüngte Ende der Geissel wird von dem Achsenfaden allein gebildet.

Entsprechend ihrer Genese sind Kern, Blepharoplast und Anfangsteil des Geisselapparates durch achromatische feine Fäden (die Reste der Zentralspindeln) verbunden. Der gesamte Kernapparat bildet so eine feste Verankerung für den lokomotorischen im Ektoplasma gelegenen Teil des Tieres in seinem Entoplasma. Die schon von Senn und von Wasielewski nachgewiesene Färbbarkeit des Periplastes der Trypanosomen mit Kernfarbstoffen (er wird mit dem Romanowsky-Verfahren stets rot tingiert) erklärt sich durch den Gehalt der Mantelfasern und der Zentralspindel an Chromatin; der Lokomotionsapparat (Myoneme und undulierende Membran) ist ja ein Kernprodukt. Der Bau der aus den Ookineten entstandenen ungeschlechtlichen Trypanosomen und ihre Bewegung entspricht so vollständig dem der bekannten Trypanosomen, dass ich in dieser vorläufigen Mitteilung auf eine genauere Schilderung verzichten kann. Erwähnen will ich nur noch, dass ebenso wie bei anderen Trypanosomen der Blepharoplast in den älteren Stadien häufig um den Kern herum nach hinten rückt, und dabei der Ursprung des Geisselapparates auch weiter nach hinten verlagert wird.

Die hier geschilderte Form von Trypanosomen weist die grösste Ähnlichkeit mit der von Léger[1]) im Darm von *Anopheles* gefundenen *Crithidia* auf; wir werden sehen, dass unsere Form ebenfalls gregarinenartige Ruhestadien hat und sich in ähnlicher Weise vermehrt, sodass ich kaum daran zweifele, dass die *Crithidia* ein Entwicklungsstadium eines nahe verwandten Parasiten darstellt. Ferner wird mein Assistent Herr Dr. von Prowazek in einer folgenden Mitteilung nachweisen, dass auch die *Herpotomonas* der Stubenfliege in ihrer Morphologie und Entwicklungsgeschichte sich ziemlich nahe an den hier geschilderten Parasiten anschliesst. Es ist dies eine Form, die besonderes Interesse verdient, weil bei ihr sekundär, an Stelle der durch Wirtswechsel komplizierten Entwicklung ein einfacherer Weg durch direkte

---

[1]) Léger, L., Sur un Flagellé parasite de l'*Anopheles maculipennis*. In: C. R. Soc. Biol. 1902, Mars.

Übertragung von Wirt zu Wirt eingeschlagen wird. Die hierbei eintretenden Rückbildungserscheinungen werden auf die bei meinen Parasiten noch komplizierter sich abspielenden Vorgänge manches interessante Streiflicht werfen und einen Beitrag zur Phylogenie dieser Parasiten liefern. Besonders wichtig für diese Fragen werden ferner die von Léger[1]) zu erwartenden ausführlichen Mitteilungen über die Trypanosomen-ähnlichen Flagellaten sein, die er bei verschiedenen andern Insekten gefunden hat.

b) Die Vermehrung der ungeschlechtlichen Trypanosomen im Mitteldarm der Mücke.

Die Vermehrung der aus den Ookineten entstandenen nicht geschlechtlich differenzierten Trypanosomen erfolgt stets durch Längsteilung. Diese stimmt vollkommen überein mit der Vermehrungsart, die wir von andern Arten dieser Gattung durch die Untersuchungen von Rabinowitsch und Kemper, Senn und von Wasielewski, Laveran und Mesnil, Léger und anderen kennen. Der Längsteilung des Plasmas, die von vorn nach hinten fortschreitet, geht die Teilung des Kernapparates voraus. Wie bei anderen Trypanosomen kann diese mit dem Blepharoplast oder dem Kern beginnen. Die Verdoppelung des lokomotorischen Apparates beginnt stets an seiner Wurzel und geht von dem ungeteilten oder dem neuen Tochterteil des alten Blepharoplasten aus. Der alte Geisselapparat bleibt unverändert bestehen, während der des Tochtertieres in derselben Weise wie beim Muttertier unmittelbar parallel neben dem des letzteren, durch die früher geschilderte Art der Kernteilung angelegt wird. Es findet also die Verdoppelung des Geisselapparates nicht durch Längsspaltung des alten statt, sondern durch Neubildung in den Bahnen des alten von der Basis aus. Der ganze Vorgang ist so kompliziert, dass ich ihn ohne zahlreiche Figuren in seinen Einzelheiten hier nicht erläutern kann. Das Endresultat stimmt aber wieder gut mit den Befunden von Laveran und Mesnil überein.

Wie bei der *Crithidia* Légers wechseln auch bei unserer Form Perioden der Bewegung mit Ruhestadien ab. Im Ruhezustand bohrt sich der Flagellat mit dem Vorderende seiner Geissel in eine Epithelzelle des Darms ein und kontrahiert seinen Körper. Oft wird der Geisselapparat bis auf ein kurzes stabförmiges Gebilde rückgebildet, das dann als Haftapparat zur Verankerung der Parasiten in der Epithelzelle dient. Wie *Crithidia* kann sich unsere Form auch im Ruhestadium durch Längsteilung vermehren. Es kommt dann oft zur Entwicklung umfangreicher Büschel von Parasiten am Darmepithel. Die Zeit der Festsetzung fällt gewöhnlich mit dem Ende der Verdauung des Bluts zusammen, kann aber auch schon früher stattfinden. Regel ist nur, dass im leeren Darm die Parasiten mit wenigen Ausnahmen am Epithel sitzen. Saugt die Mücke zum zweiten Male, so werden, wenn die Verdauung begonnen hat, die Parasiten wieder beweglich. Erwähnt sei noch, dass diese gregarinenartigen Zustände, wie sie Léger sehr treffend benannt hat, nicht nur an der mit dem Stäbchensaum versehenen freien Fläche der Epithelzellen gefunden werden, sondern

[1]) Vergl. Léger, L., Sur quelques Cercomonadines nouvelles ou peu connues parasites de l'intestin des Insectes. In: Arch. f. Protist.-Kunde 1903, Bd. 2, S. 180.

auch zwischen den Zellen. Oft dringen sie sogar bis zur Tunica elastico-muscularis vor. Wenn sie hier zur Ruhe gelangen, runden sie sich meist kugelig ab. Der Geisselapparat wird dann ganz rückgebildet, um beim Freiwerden dieser Formen wieder vom Blepharoplasten aus neugebildet zu werden.

c) Die Entwicklung des Ookineten zum weiblichen *Trypanosoma.*

Die Ookineten, welche weiblichen Charakter tragen, weisen in dem Stadium, von welchem wir im vorigen Abschnitt ausgingen, zwar dieselben Kernverhältnisse auf, das Plasma aber zeigt eine andere Beschaffenheit; es ist nämlich mehr oder weniger dicht mit dunkel färbbaren Körpern, die Reservestoffe darstellen dürften, erfüllt. Der Kern scheint mir nach zahlreichen Messungen bei diesen Individuen im Vergleich zum Volumen des Plasmas kleiner zu sein als bei den Ookineten, welche sich zu indifferenten Trypanosomen entwickeln. Die Bildung der heteropolen Spindel erfolgt in derselben Weise wie bei jenen Formen. Fig. 2a stellt schematisch ein Stadium dar, bei dem die Teilung des Kerns vollendet ist. Während nun bei den indifferenten Formen der Blepharoplast mit dem Kern in Verbindung bleibt und sogleich den Geisselapparat produziert, verlässt der kleinere Kern in diesem Falle den grösseren und vermehrt sich sofort durch 3 schnell aufeinander folgende Zweiteilungen (Fig. 2b) zu 8 kleinen kompakten Kernen, die in den hinteren Abschnitt des Zellleibes rücken. Jeder dieser 8 Kerne produziert nun durch heteropole Teilung neben sich einen kleineren Kern, der mit ihm in Verbindung bleibt (Fig. 2c). Nach diesem Stadium gehen die 8 Kerngruppen zugrunde, indem sie allmählich kleiner werden, schliesslich ganz zerfallen und aufgelöst werden. Während dieser Vorgänge in der hinteren Hälfte des Ookineten entwickelt der grosse Kern einen zweiten kleineren durch heteropole Mitose (Fig. 2c). Dieser wird zum Blepharoplasten, indem er den Geisselapparat in entsprechender Weise wie beim indifferentene Ookineten bildet. Das fertige weibliche *Trypanosoma* stellt Fig. 2d dar, es unterscheidet sich von dem indifferenten durch seine plumpere Gestalt, durch die dunklere Färbbarkeit des mit körnigen Reservestoffen beladenen Entoplasmas. Der Geisselapparat ist viel schwächer entwickelt, der Blepharoplast ist kleiner, die Geissel selbst kürzer. Hierdurch ist es bedingt, dass diese Formen viel trägere Bewegungen ausführen und sich gewöhnlich bald zur Ruhe an der Darmwand festsetzen. Bei ihrem Wachstum speichern sie immer mehr Reservestoffe auf und können zu der dreifachen Grösse wie die indifferenten Trypanosomen heranwachsen. Die Fähigkeit der Längsteilung scheinen sie verloren zu haben, wenigstens habe ich niemals Andeutungen davon bei ihnen beobachtet. Die

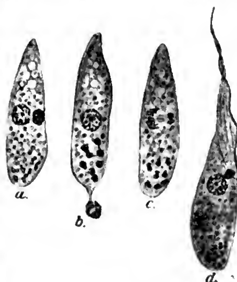


Fig. 2a—d.
Schematische Darstellung der Verwandlung eines Ookineten von weiblichem Charakter in ein weibliches *Trypanosoma.*

Rückbildung des Geisselapparates im Ruhestadium findet in derselben Weise wie bei den indifferenten Formen statt. Die Gregarinengestalt ist bei diesen Stadien noch ausgeprägter, oft gleichen sie ganz den Ookineten, nur dass ihnen das Pigment fehlt. Die älteren Stadien sind schliesslich nicht mehr imstande, sich in Trypanosomen zu verwandeln, sie können nur träge kontrahierende Bewegungen, Krümmungen, Knickbewegungen ausführen.

Vermöge der Aufspeicherung von Reservestoffen sind diese Würmchen-ähnlichen Ruhestadien der weiblichen Trypanosomen ausserordentlich widerstandsfähig gegen äussere Einflüsse, sie bleiben unter ungünstigen Lebensbedingungen am längsten erhalten. Wenn man z. B. die Mücke nach dem ersten Saugen lange hungern lässt (man kann sie 2—3 Wochen ohne Nahrung erhalten, wenn man sie bei niederer Temperatur (4—5°) aufbewahrt), so sterben schliesslich alle anderen Stadien der Trypanosomen im Darm der Mücke ab. Nur die weiblichen Würmchen bleiben in der Darmwand lebendig. Sie sind allmählich tiefer zwischen den Epithelzellen vorgedrungen und lagern alle zwischen Epithel und Tunica elastico-muscularis; sie gleichen in diesem Stadium vollständig den Ookineten der Malariaparasiten bis auf das fehlende Pigment. Ihre Reservestoffe werden nur sehr langsam verbraucht, so können sie lange Zeit ausdauern. Es sind dies die Formen, welche auch die Infektion der Tochtergeneration der Mücken vermitteln; sie vermögen bei der Kälte des Winters in den Ovarien der überwinternden Mücke lebend zu bleiben, um dann im Frühjahr sich in den abgelegten Eiern weiter zu entwickeln. Ebenso sind es diesen entsprechende Formen, welche im Blut des Vogels am längsten Stand halten und immer wieder, wie bei der Malaria neue Rezidive erzeugen. Wie bereits früher angedeutet wurde, besitzen diese Stadien die Fähigkeit, durch Parthenogenese wieder alle anderen Formen des Parasiten zu reproduzieren. Da dieser Vorgang an den verschiedensten Stellen im Leben des Parasiten eine grosse Rolle spielt, will ich die kurze Schilderung desselben gleich hier vorwegnehmen, um Wiederholungen zu vermeiden. Erst später werden wir sehen, wie oft diese Parthenogenese der weiblichen Formen berufen sein kann, die rettende Rolle im Leben des Parasiten zu spielen.

Der erste Fall, wo überhaupt die Notwendigkeit dieses Vorgangs auftaucht, tritt wie erwähnt dann ein, wenn das Wirtstier, die Mücke, nach der Verdauung der ersten Nahrung, mit der die Parasiten in den Darm gelangten, hungert. Es gehen dann allmählich die indifferenten Formen der Trypanosomen und die Männchen zugrunde. Nur die besser mit Reservestoffen ausgerüsteten Weibchen bleiben übrig. Füttert man nun die Mücke nach einer längeren Hungerperiode wieder und sorgt zugleich durch Wärme für eine rege Verdauung, so tritt die Parthenogenese der weiblichen Würmchen ein. Betrachten wir ein solches lange Zeit dem Hunger ausgesetztes Weibchen genauer, so bemerken wir zunächst, dass das Plasma nicht mehr so reich an Reservestoffen ist, es enthält mehrere grössere Vakuolen. Von dem Geisselapparat ist keine Spur mehr wahrzunehmen, der Blepharoplast liegt dem Kern dicht an. Fig. 3a stellt schematisch ein derartiges Würmchen dar. Wir bemerken ferner, dass sich im Kern selbst das Zentralkorn wieder zu einem komplizierteren Karyosom-ähnlichen Gebilde vergrössert hat. Der Kern selbst macht nun dieselben Veränderungen durch, die wir

von dem Ookineten kennen, dass heisst er schnürt einen kleinen Kern durch heteropole Mitose ab. Nunmehr liegen neben dem grösseren Kern zwei annähernd gleich grosse kleinere Kerne, nämlich der alte Blepharoplast und der neuentstandene Kern (Fig. 3b). Die beiden kleinen Kerne stossen nun durch je zwei Teilungen je zwei dem Untergang geweihte Reduktionskerne ab (Fig. 3c) und rücken in den in Ruhe gebliebenen grossen Kern von entgegengesetzten Seiten hinein (Fig. 3d), um sich aneinanderzulegen und zu einem Karyosom zu verschmelzen (Fig. 3e), das dann wieder vollkommen dem des Ookineten gleicht, von dem wir ausgingen. Die Schemata in Fig. 3a—f müssen vorläufig zur Demonstration dieser Vorgänge genügen. In der ausführlichen Arbeit werde ich auf die feineren Einzelheiten, besonders auf das Verhalten der Zentrosomen und Chromosomen, soweit es sich bei der Kleinheit des Objekts ermitteln lässt, eingehen. Durch diese Art der Selbstbefruchtung hat nun der Organismus wieder die Kraft erhalten, sich zu entwickeln; er produziert genau so wie der durch Kopulation entstandene Ookinet die 3 Sorten von Trypanosomen, es tritt wiederum eine Überschwemmung des Darmkanals, wie bei der ersten Infektion ein. Wir können den ganzen Vorgang in pathologischer Hinsicht als Rezidiv der Trypanosomen-Krankheit der Mücke auffassen.

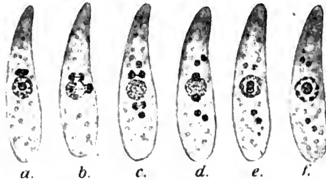


Fig. 3a—f.
Schematische Darstellung der Parthenogenese eines weiblichen *Trypanosoma* im Gregarinen-Zustand.

Ebenso werden die Rezidive der *Halteridium*-Krankheit der Eule durch Parthenogenese der würmchenförmigen weiblichen Formen hervorgerufen, der Vorgang verläuft genau nach dem hier geschilderten Schema. Die im Blute befindlichen Würmchen unterscheiden sich von den in der Mücke lebenden nur durch den Besitz von Pigment, gar keine Unterschiede hingegen weisen sie gegenüber den aus der Befruchtung hervorgegangenen Ookineten auf. Ich erinnere hier daran, dass ich auch bei *Plasmodium vivax* des Menschen die Rezidive nach langen Intervallen durch ein Zurücksinken der alten Weibchen auf die Stufe der Schizonten erklärt habe. Die bei den Trypanosomen gewonnenen Resultate über die feineren Kernveränderungen bei der Parthenogenese boten mir die Anregung, die Malariaparasiten des Menschen auch auf diese Vorgänge hin noch einmal genauer zu prüfen. Wenn hierbei nun auch die zu überwindenden Schwierigkeiten viel grösser sind, so habe ich doch bereits die Überzeugung gewonnen, dass auch hier die Kernveränderungen nach einem ähnlichen Schema sich abspielen, wie bei den Trypanosomen und dass ebenfalls eine Art von Selbstbefruchtung vorliegt. In meinen weiteren Malariaarbeiten hoffe ich näher auf diese Frage zurückzukommen.

d) Die Entstehung der männlichen Trypanosomen aus dem Ookineten.

Die Ookineten, welche zur Produktion der männlichen Formen gelangen, unterscheiden sich in ziemlich auffallender Weise von den weiblichen Charakter tragenden. Reservestoffe scheinen ihnen vollständig zu fehlen, ihr Plasma ist fast hyalin und grob vakuolär und viel heller als das der indifferenten Formen, die etwa eine Mittelstellung zwischen den weiblichen und männlichen einnehmen. Die Körpergrösse ist durchschnittlich etwas kleiner als bei den anderen Arten, hingegen das Volumen des Kerns in extremen Fällen auffallend viel grösser im Verhältnis zum Plasma. Ausserdem ist der Kern sehr chromatinreich. Fig. 4a zeigt den Typus eines solchen



Fig. 4a—f.
Schematische Darstellung der Entwicklung der männlichen Trypanosomen aus einem Ookineten männlichen Charakters.

Ookineten. Die Kernveränderungen, die nun folgen, entsprechen denen des weiblichen. Es wird eine heteropole Spindel ausgebildet (Fig. 4b). Der kleinere Kern vermehrt sich bis auf 8 (Fig. 4c). Während nun aber bei den weiblichen Formen diese 8 Kerne zugrunde gehen, entwickeln sie sich hier weiter und der grosse Kern geht zugrunde. Wir sehen hieraus, dass Weibchen und Männchen in ihren Kernverhältnissen ursprünglich zwittrigen Charakter aufweisen, und dass der weibliche Kern auf Kosten der männlichen, umgekehrt die männlichen Kerne auf Kosten des weiblichen bei den beiden Geschlechtern ausgebildet werden, oder mit andern Worten, der Zwitter wird zum Weibchen, indem seine männlichen Teile abortiv werden, oder zum Männchen, indem seine weiblichen Bestandteile abortieren. Die 8 Kerne des Ookineten entwickeln nun je einen Blepharoplasten, der in diesem Falle auffallend gross ist, fast so gross wie der Kern (Fig. 4d). Der Ookinet rundet sich kuglich ab (Fig. 4e), die 8 Kerngruppen begeben sich an die Peripherie, nehmen radiäre Stellung ein und zwar so, dass die Blepharoplasten der Oberfläche zu gerichtet sind. Um jede Kerngruppe verdichtet sich etwas das Plasma. Der Blepharoplast jeder Gruppe bildet dann seinen Geisselapparat durch Kernteilung, wie es bei der indifferenten Form beschrieben wurde, und die 8 kleinen Trypanosomen lösen sich von dem grossen, den abortiven Kern enthaltenden Restkörper ab (Fig. 4f). Die kleinen Männchen unterscheiden sich ausser durch ihre winzige Grösse von den Weibchen und den indifferenten Formen durch die auffallend stärker entwickelten Geisselapparate. Nicht nur der Blepharo-

plast ist relativ viel grösser, sondern auch die Geissel selbst viel länger. Die Be weglichkeit dieser Formen ist daher ausserordentlich.

Ich habe die Überzeugung gewonnen, dass diese männlichen Zellen nicht weiter entwicklungs- und vermehrungsfähig sind. Im Darm der Mücke sowohl wie im Blut des Vogels gehen die Mikrogameten zugrunde und werden seitens der indifferenten Formen und der weiblichen, die ja beide männliche Formen produzieren können, immer wieder ergänzt. Nur in dem einen Augenblick, wenn die Parasiten das Blut des Vogels verlassen und mit dem Wirtswechsel den gewaltigsten Umschwung ihrer Lebensbedingungen erleiden, wird die Reifung der weiblichen Geschlechtsformen ausgelöst, dann treten auch die männlichen Formen in ihr Recht.

In der ausführlichen Arbeit werde ich durch eine genaue Schilderung der Kernverhältnisse der männlichen Zellen dartun, dass ihr Kern, wie bei der Spermatogenese der Metazoen, schon bei der zweiten Teilung eine Reduktion erfährt, er besitzt im fertigen Männchen dann nur 4 Chromosomen, während der Blepharoplast bis zur Befruchtung 8 aufweist und erst nach dem Kopulationsakt reduziert wird.

Die Bildung der Mikrogameten im Blut des Vogels erfolgt nach demselben Schema, wie ich es soeben für die Bildung der männlichen Trypanosomen im Darm der Mücke geschildert habe. Die zur Befruchtung gelangenden Mikrogameten sind genau nach dem Bauplan eines kleinen *Trypanosoma* gebildet. Durch geeignetes Mazerationsverfahren kann man auch bei ihnen den Kern vom Blepharoplast unterscheiden, ebenso gelingt der Nachweis einer undulierenden Membran usw., kurz die Ookineten mit männlichem Charakter im Darm der Mücke, von denen wir hier ausgingen, sind Homologe der Mikrogametocyten im Blut. Die kleinen männlichen Trypanosomen im Darm der Mücke entsprechen den Mikrogameten, die aber im Vogelblut nur im Moment der Entleerung desselben ausgebildet werden können, während sie im rollenden Blut schon im Körper ihrer Mutterzelle zugrunde gehen. Die Ursache für die Unfähigkeit der Mikrogameten und männlichen Trypanosomen sich allein weiter zu entwickeln oder, mit anderen Worten, ihrer Befruchtungsbedürftigkeit sehe ich in der frühzeitig erfolgenden Reduktion der Chromosomenzahl ihres Hauptkerns, der in diesen zweikernigen Zellen gegenüber dem lokomotorischen Zentrum, dem Nebenkern oder Blepharoplasten, als Stoffwechsel-Zentrum der Zelle funktionieren dürfte. Ich werde zu der Vermutung geführt, dass die Unvollständigkeit des Stoffwechselkerns gegenüber dem normal ausgerüsteten Blepharoplasten mit dem frühzeitigen Untergang dieser Formen in Verbindung zu bringen ist.

Erwähnen will ich noch, dass alle Trypanosomen-Formen, sowohl im Darm der Mücke wie im Blut, wenn sie in ungünstige Lebensbedingungen kommen, die Eigentümlichkeit der Agglomeration aufweisen, eine Erscheinung, die Laveran und Mesnil zuerst bei den Säugetier-Trypanosomen entdeckt haben. Während diese Forscher aber angeben, dass die Flagellaten mit den Hinterenden agglutinieren (was ich bestätigen kann), finde ich bei meinen Formen stets nur Vereinigung der Vorderenden. Diese Agglomerationen, die oft in Form umfangreicher Rosetten gefunden werden, treten zum Beispiel ein, wenn nach lebhafter Vermehrung im Darm der Mücke eine Hungerperiode erfolgt. Sowohl die indifferenten Formen als die Männchen bleiben

dann in dieser Vereinigung, bis sie absterben und zerfallen. Treten plötzlich günstigere Lebensbedingungen ein, so können die Rosetten wieder aufgelöst werden. Fig. 5 zeigt ein solches Bündel von agglomerierten Männchen aus dem Darm von *Culex*. Über die biologische Bedeutung dieser Vorgänge vermag ich vorläufig nichts sicheres auszusagen.

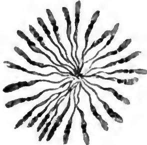


Fig. 5.
Rosette von agglomerierten männlichen Trypanosomen aus dem Darm der Mücke.

Ausser den drei hier kurz geschilderten Formengruppen der Trypanosomen habe ich im Körper der Mücke keine andersartigen Stadien gefunden. Die Wanderung der Parasiten durch den Körper der Mücke werde ich in einem späteren Abschnitte schildern, hier sei nur schon erwähnt, dass an derselben sich alle drei Formenreihen beteiligen können, dass demnach auch alle Formen in das Blut des Vogels gelangen können. Wir müssen nun sehen, was aus denselben im Blut des Vogels nach der Infektion durch den Mückenstich wird. Bei den verschiedenen Vermehrungsperioden im Körper der Mücken überwiegen meist die indifferenten Formen, da diese ja die eigentlichen vermehrungsfähigen Individuen sind. Ihre Zahl wird periodisch reduziert dadurch, dass aus ihren Reihen sich Weibchen oder Männchen differenzieren, die dann sich gar nicht oder nur nach langer Ruheperiode vermehren. Auch bei dem Eindringen in das Blut des Vogels wird meist die Hauptmasse der Parasiten von den indifferenten Formen gestellt. Alle drei Sorten von Parasiten sind im Blut Schmarotzer der Erythrocyten, sie wachsen auf Kosten des Haemoglobins, dessen Umwandlungsprodukte im Körper der Parasiten in Gestalt der bekannten Pigmentkörner abgelagert werden. Das gemeinsame Charakteristikum aller im Blut lebenden Stadien ist also das Pigment, im übrigen stimmen sie aber in allen wesentlichen Organisatiosverhältnissen mit den in der Mücke lebenden Stadien überein; auch andere Vermehrungsarten habe ich im Blut nicht gefunden. Die von Labbé[1]) bei den Halteridien der Lerche beobachtete multiple Vermehrung finde ich bei meiner Art nicht. Ich bespreche nun kurz das Verhalten der drei Formenreihen im Blut.

e) Das Verhalten der indifferenten Trypanosomen im Blut der Eule.

Die in das Blut gelangenden indifferenten Trypanosomen haben gewöhnlich kurz vor der Einimpfung eine lebhafte Vermehrungsperiode durchgemacht und sind daher meist von winziger Grösse. Die grösseren Formen unter ihnen können sich sofort weiter durch Längsteilung vermehren, die kleinen setzen sich an Erythrocyten fest und beginnen eine Periode der Ruhe und des Wachstums. Beim Festsetzen, das stets parallel zur Oberfläche mit dem Geisselende erfolgt (Fig. 6a), wird der Geisselapparat rückgebildet, der Blepharoplast rückt dicht an den Kern heran (Fig. 6b). Allmählich sinkt der Körper etwas in den Erythrocyten ein, wie dies Argutinski[2]) von den Tertianparasiten des Menschen behauptet hat, und resorbiert hierbei die verdrängte

[1]) Labbé, A., Recherches zoologiques et biologiques sur les parasites endoglobulaires du sang des vertébrés. In: Arch. zool. expérim., ser. 3 v. 2 1894.

[2]) In: Arch. mikr. Anat., v. 59 S. 345.

Substanz des Blutkörperchens. Die Körpergestalt ist die eines jungen *Halteridium* (Fig. 6b); nach 24 Stunden treten auch die ersten Pigmentkörner im Plasma auf. Aber bald verlässt der Parasit wieder seine Wirtszelle, ohne sie wesentlich geschädigt zu haben, denn ebenso wie im Mückenkörper wechseln auch im Blut immer Perioden der Ruhe und Bewegung ab. Der junge Parasit, der etwa um das doppelte seiner Grösse gewachsen ist (Fig. 6c), nimmt zunächst Würmchengestalt an (Fig. 6d) und bildet dann in der bekannten Weise einen Geisselapparat aus, er wird meist wieder

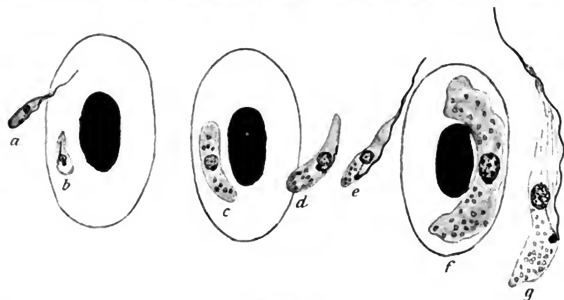


Fig. 6a—g.
Schematische Darstellung des Verhaltens der indifferenten Trypanosomen im Blut der Eule.

Fig. 6a. Anheftung des jüngsten Stadiums an den Erythrocyten mit dem Vorderende.
6b. Ruhestadium desselben.
6c. Ruhestadium desselben etwa 48 Stunden nach der ersten Festheftung.
6d. Auswanderung im gregarinenartigen Zustand, Beginn der Ausbildung des Geissel apparates.
6e. Das aus 6d entstandene frei bewegliche Trypanosoma, welches sich wieder an einen Erythrocyten anheftet.
6f. Ruhezustand nach fünf Tagen seit der ersten Festheftung.
6g. Ausgewachsenes *Trypanosoma.*

zum Trypanosoma (Fig. 6e). Die Auswanderung der Parasiten aus dem Blutkörper, oder vielmehr von seiner Oberfläche findet gewöhnlich in der Nacht statt, die Schmarotzer bevorzugen hierbei die inneren Organe, besonders Knochenmark, Milz, Niere und Leber, in denen eine langsamere Zirkulation des Blutes erfolgt, aber auch im peripheren Blut ist dieser Vorgang der Auswanderung zuweilen festzustellen. Ich vermute, dass die Nachtzeit deshalb gewählt wird. weil dann die Körpertemperatur des Vogels bedeutend herabsinkt. Näher werde ich alle diese Vorgänge und die komplizierten Wege, auf denen ich ihnen nachgehen musste, in der ausführlichen Arbeit schildern, hier kann ich nur die Resultate andeuten. Nach einer Periode der Bewegung im Trypanosomenzustande setzt sich der Parasit wieder fest und wächst bis zur nächsten Nacht, um dasselbe Spiel dann zu wiederholen. Erst nach sechs Tagen hat er seine

volle Grösse erreicht (Fig. 6f). Er wandert nun wieder aus (Fig. 6g) und vermehrt sich durch schnell aufeinander folgende Längsteilungen, bis die Teilungsprodukte die untere Grenze ihrer Grösse erreicht haben. Die kleinen Flagellaten setzen sich dann wieder an den Blutkörpern fest, dieselbe Entwicklung beginnt von neuem und dauert an, bis das ganze Blut mit Parasiten überschwemmt ist. Die schematischen Figuren 6a—g dürften genügen, um das Gesagte verständlicher zu machen.

Die sechstägige Entwicklungsperiode von *Halteridium* ist ja bekannt, ebenso weiss man, dass die Parasiten die roten Blutkörperchen nicht entfärben noch sonstwie verunstalten, obwohl sie wie die anderen Haemosporidien Pigment, ein Umwandlungsprodukt des Blutfarbstoffs produzieren. Dies war bisher rätselhaft, durch den geschilderten Entwicklungsgang dürfte es aber erklärt sein. Die Würmchenstadien sind bereits oft gesehen, Danilewski scheint auch die Trypanosomen bereits beobachtet, sowie ihre Vermehrung im Knochenmark richtig festgestellt zu haben. Durch meine Beobachtungen erklärt es sich ferner, warum die meisten Autoren die von Labbé behauptete multiple Vermehrung der Halteridien nie finden konnten, sie existiert bei dieser Form und vielleicht bei vielen verwandten Arten garnicht. Darum zweifle ich aber nicht, dass sie Labbé bei der Lerche richtig beobachtet hat. Man darf eben nie ohne weiteres von einer Form auf andere schliessen, wenn auch manche Entwicklungsstadien gleich zu sein scheinen. Die *Halteridium*-Fortpflanzung, welche Labbé konstatierte, kann ja phylogenetisch sehr leicht sich aus der hier geschilderten Vermehrung entwickelt haben. Man braucht nur den Fall zu nehmen, dass der Parasit zuletzt nicht mehr frei wird und sukzessive Zweiteilung im Ruhezustand oder doch in der Wirtszelle durchmacht, dann haben wir die multiple Vermehrung. Diesen Weg haben augenscheinlich die meisten Haemosporidien in ihrer Phylogenie eingeschlagen (*Piroplasma*, *Plasmodium*, *Proteosoma*, *Karyolysus* usw.).

f) Das Verhalten der weiblichen Trypanosomen im Blut der Eule.

Die weiblichen Formen verhalten sich je nach ihrem Alter etwas verschieden im Blut des Vogels. Grosse mit Reservestoffen beladene Weibchen dürften überhaupt nicht den Rüssel der Mücke passieren, sie gelangen also nicht in das Blut. Die jüngeren Stadien dringen im Gegensatz zu den indifferenten Formen in die Erythrocyten ein und wachsen hier allmählich, viel langsamer als die anderen, indem sie immer Reservestoffe in ihrem Plasma ablagern. Sie scheinen die Wirtszellen seltener zu wechseln und sind in ihren älteren Wachstumsstadien nicht mehr imstande, die Gestalt des *Trypanosoma* anzunehmen, sie wandern dann wie im Mückendarm als gregarinenartige Würmchen aus und in derselben Gestalt dringen sie auch wieder in den Erythrocyten ein. Da sie nicht auf der Oberfläche des Blutkörpers liegen, so sind sie eher imstande, grössere Strukturveränderungen an demselben hervorzurufen, besonders in etwas älteren Stadien, wo sie häufig den Kern an die Seite drängen. Sie bringen auch oft eine deutliche Enthaemoglobinierung der Wirtszelle hervor. Die ganz erwachsenen reifen Makrogameten, die nicht mehr auswanderungsfähig sind, findet

man daher regelmässig nur noch von einem blassen Rest der Wirtszelle umgeben, der Kern derselben ist dann ganz an die Peripherie verlagert.

Schon früher habe ich erwähnt, dass die Makrogameten am Ende des akuten Stadiums der *Halteridium*-Krankheit allein übrig bleiben, und dass sie nach langen Intervallen imstande sind, ein Rezidiv zu erzeugen, indem sie durch die früher geschilderte Parthenogenese wieder alle Formen der Parasiten reproduzieren. Ebenso wurde bereits berichtet, dass sich die Zahl der weiblichen Formen aus den indifferenten rekrutiert, und zwar schlagen die letzteren den Weg zur weiblichen Differenzierung dann stets schon in ihren kleinsten Vermehrungsstadien ein, sodass man die zu Makrogameten werdenden Formen an dem Charakter ihres Plasmas und Kerns bereits beim Beginn des Wachtums erkennt. Es liegen hier also dieselben Verhältnisse vor, wie ich sie bei *Plasmodium vivax* geschildert habe.

Im übrigen bieten die Makrogameten nichts besonders Bemerkenswertes. Ihre Gestalt und ihr Bau sind ja durch ältere Untersuchungen bereits bekannt, das grob granulierte Plasma, der relativ kleine Kern, dem der gleichfalls kleine Blepharoplast dicht anliegt, machen die erwachsenen Weibchen von *Halteridium* leicht kenntlich. Die Reifung findet, wie bekannt, erst in dem Augenblick statt, in dem die Parasiten das Blut verlassen. Hierauf komme ich später zurück.

g) Das Verhalten der männlichen Trypanosomen im Blut der Eule.

Der Fall, dass noch lebende männliche Formen beim Stich der Mücke in das Blut gelangen, dürfte nicht häufig eintreten, wenn es aber geschieht so müssen diese Stadien ebenso wie im Körper der Mücke schnell absterben. Die Mikrogametocyten im Blut werden ebenso wie die Makrogameten ständig aus der Zahl der indifferenten Trypanosomen resp. Halteridien differenziert. Der Vorgang entspricht ganz den Verhältnissen, welche ich bei den Malariaparasiten eingehend geschildert habe, d. h. die Mikrogametocyten entwickeln sich aus den kleinsten der aus der Teilung hervorgegangenen indifferenten Formen und tragen in ihrem blassen Plasma, groben Pigment und grossen Kern sowie Blepharoplast die männlichen Charaktere von Anfang an zur Schau. Die Aufteilung des erwachsenen Mikrogametocyten zu den 8 Mikrogameten entspricht ganz den Vorgängen, welche ich bei der Ausbildung der männlichen Trypanosomen aus dem Ookineten geschildert habe. Bei genauerem Studium der reifen Mikrogametocyten ergibt es sich, dass der scheinbar einheitliche Kern, der ja von allen Autoren als auffallend gross geschildert wird, garnicht ein einzelner Kern ist, sondern dass hier eine dicht zusammengelagerte Gruppe von 8 Doppelkernen vorliegt, d. h. 8 Kernen mit je 4 Chromosomen und acht dazugehörigen Blepharoplasten mit dem Centrosom und je 8 Chromosomen. Wie bereits früher erwähnt, findet die Reduktion der Chromosomenzahl der Kerne vor ihrer zweiten Teilung aus dem Mutterkern unter Bildung von je 4 Vierergruppen statt, die bei der zweiten und dritten Teilung aufgeteilt werden, sodass dann 4 Einzel-Chromosomen übrig bleiben. Die Reduktion der Blepharoplasten findet erst im Makrogameten nach der Befruchtung statt.

Der fertige zur Befruchtung gelangende Mikrogamet hat hiernach folgenden Bau. Der aus 4 Chromosomen bestehende Kern und das Plasma bilden zusammen einen

langgestreckten Faden, als Achse des ganzen Körpers. Etwas hinter der Mitte ist dieser Achse der ebenfalls in die Länge gezogene Blepharoplast mit seinem Centrosom und seinen 8 Chromosomen angelagert. Hinter dieser Gruppe inseriert an einem Spindelpol, dessen Centrosom oft gut nachzuweisen ist, der Geisselapparat und erstreckt sich nach vorn bis zur Spitze der Achse, an der das zweite Zentrosom der Spindel liegt. Die Centralspindel stellt die exzentrische undulierende Membran dar, die in diesem Falle sich nicht als Geissel über die Spitze hinaus fortsetzt, sondern mit dem zur Spitze umgewandelten Centrosom endet. Die 8 Mantelfasern bilden die muskulöse Hülle um den vorderen Teil des Spermatozoons. Fig. 7 stellt schematisch diese Verhältnisse dar und zwar in 7a den ganzen Mikrogameten, in b nur das schematische Skelett des Kernapparates. Wir sehen, dass der Mikrogamet bis in die feinsten Einzelheiten nicht nur dem Schema des *Trypanosoma* entspricht, sondern auch dem Schema, das die neuere Zellforschung von den Spermatozoen der höheren Tiere entworfen hat. In der ausführlichen Arbeit hoffe ich auch in feineren Einzelheiten diese Homologisierung durchführen zu können.



Fig. 7a. Schema des Bauplanes eines fertigen Mikrogameten.
Fig. 7b. Schematische Darstellung des Kernapparates desselben.
bl. Blepharoplast.
c. a. Vorderes Centrosom.
c. p. Hinteres Centrosom.
m. u. Rand der undulierenden Membran - Zentralspindel.
my. Myoneme - Mantelfasern.

h) Die Reifung der Makrogameten und ihre Befruchtung durch die Mikrogameten.

Die Reifung der erwachsenen weiblichen Halteridien findet erst nach der Entleerung des Blutes im Darm der Mücke statt. Die gröberen Vorgänge bei der Befruchtung und die Bildung des Ookineten sind ja durch die Untersuchungen von Mac Callum, Koch und anderen gut bekannt, ich kann sie vollständig bestätigen. Ich schildere hier daher nur andeutungsweise die feineren Kernveränderungen.

Sobald der Makrogamet aus dem warmblütigen Wirt herauskommt, rundet er sich kugelig ab und sprengt hierbei den als dünne Hülle ihn umgebenden Rest des Erythrocyten. Im Kern ordnet sich das Chromatin zu einem langen gewundenen Faden an, während der Blepharoplast, der an der Oberfläche des Kerns lag, in denselben hineinrückt und sich zu einer Spindel umwandelt. Der Chromatinfaden weist dann eine Segmentierung in 4 Längs- und 4 Querteile auf. Leider ist es mir nicht gelungen festzustellen, wie dieses Stadium zustande kommt, ich kann daher nicht sagen, nach welchem der bekannten Modi die Reduktion erfolgt. Die vier Segmente des Chromatinfadens stellen dann 4 isolierte Vierergruppen dar, das ursprüngliche Centrosom des weiblichen Kerns ist verschwunden, über seinen Verbleib vermag ich vorläufig nichts auszusagen. Die Zentralspindel der ersten Reduktionsteilung wird, wie erwähnt, von dem Blepharoplasten geliefert. Bei der ersten Mitose, die nun folgt, werden die 4 Vierergruppen in 4 Zweiergruppen aufgeteilt.

Beim Blepharoplasten konnte ich wegen der dichten Lagerung die Chromatin-

reduktion bisher noch nicht sicher ermitteln, nur das Endresultat weiss ich, nämlich dass er schliesslich vor der Befruchtung auch nur 4 Chromosomen hat. Bei der zweiten Richtungsteilung werden die 4 Zweiergruppen des Kerns auf 4 Einer aufgeteilt, der Blepharoplast funktioniert wieder als Zentralspindel. Das Endresultat des ganzen Reifungsprozesses stellt schematisch Fig. 8 dar. Man bemerkt rechts den reduzierten Kern mit 4 Chromosomen, daneben den Blepharoplasten mit dem Centrosom und 4 Chromosomen. Links liegen die beiden Reduktionskörper, die ebenfalls aus Kern und Blepharoplast zusammengesetzt sind. Jetzt erst ist der Makrogamet befruchtungsfähig, der Mikrogamet dringt in der bekannten Weise ein und zwar in einen Empfängnishügel an der Stelle, an der der weibliche Kern liegt, und legt sich an denselben an. Sein Geisselapparat geht zugrunde, indem er körnig zerfällt, es sind dann nur sein aus 4 Chromosomen bestehender Kern und der noch nicht reduzierte Blepharoplast zu erkennen.



Fig. 8.
Makrogamet nach Beendigung des Reifungsprozesses. Links der Rest der Wirtszelle. Schematisch.

Während sich der Kern neben den des Weibchens legt, macht der Blepharoplast 2 Reduktionsteilungen durch, bei denen ich das Verhalten der Chromosomen leider auch nicht verfolgen konnte. Die beiden Kerne bilden die bekannte langgestreckte Befruchtungsspindel, während die beiden reduzierten Blepharoplasten an die Pole dieser Spindel rücken. Trotz ihrer auffallenden Ähnlichkeit mit einer Teilungsspindel, hat dieses bei so vielen Sporozoen schon gefundene Gebilde nichts mit der Kernvermehrung zu tun. Fig. 9 stellt die inzwischen zum Ookineten gewordene Copula auf diesem Stadium dar. Dann rundet sich allmählich der Kern ab, die beiden Blepharoplasten rücken in denselben hinein und verschmelzen miteinander. Wir haben dann das Stadium des Ookineten erreicht, von dem wir bei unsern Betrachtungen ausgingen. Der Zeugungskreis ist hiermit geschlossen.



Fig. 9.
Bildung des Ookineten. Kern im Stadium der Befruchtungsspindel. Schematisch.

Auf die theoretische Verwertung der Befunde für das Problem der Befruchtung und Vererbung werde ich in der ausfürlicheren Arbeit näher eingehen. Im allgemeinen stimmen die Resultate gut überein mit meinen früheren Untersuchungen an Rhizopoden, sie bilden aber auch eine Brücke für das Verständnis der Infusorien-Konjugation im Vergleich mit der Befruchtung der Metazoen.

Nachdem wir die Veränderungen der Parasiten selbst während ihrer Entwicklungsgeschichte in kurzen Zügen kennen gelernt haben, ist es noch notwendig, ihr Verhalten gegenüber den Wirtstieren zu besprechen und zwar zunächst ihre Wanderung durch den Körper der Mücke. Bevor ich dieses tue, teile ich noch einige Notizen über den Bau und die Physiologie der Mücke mit.

i) Anatomische und histologische Notizen über *Culex pipiens*.

Für das Verständnis der Anpassungen des Parasiten an den Wirt und seine Wanderungen in demselben scheint es mir notwendig, einige Bemerkungen über den feineren Bau der in Betracht kommenden Organe der Mücke vorauszuschicken. Viel neues habe ich darüber nicht zu sagen, da das *Culex*-Weibchen bis in die meisten Einzelheiten mit dem auf Veranlassung der Malariaforschung recht genau studierten *Anopheles*-Weibchen übereinstimmt. Ausser bei Grassi[1]) findet man bei Christophers[2]) eine Übersicht der Anatomie und Histologie dieser Mücke. Ich gebe daher, ohne hier auf die Literatur über dieses Gebiet der Insektenanatomie eingehen zu können, nur eine kurze Schilderung der Körperteile von *Culex*, die für die *Trypanosomen*- und *Spirochaete*-Infektion Bedeutung haben, das sind 1. der Stechapparat, durch den die Parasiten aus dem Blut des ersten Wirtes aufgenommen und wieder entleert werden, 2. der Darmkanal, in dessen verschiedenen Teilen und Anhängen ihre Entwicklung, Vermehrung und Wanderung erfolgt, 3. das Gefässsystem, dessen Hauptteil, das Herz, sie durchwandern, und endlich die Eierstöcke, in welche die Parasiten ebenfalls unter Umständen eindringen, um die neue Mückengeneration zu infizieren.

I. Der Stechapparat.

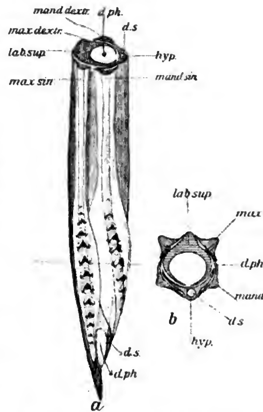
Die Mundteile der Mücke sind durch röhrenförmige und stiletartige Umbildung zu einem komplizierten Stech- und Saugorgan vereinigt. Von den 7 Teilen dieses Apparates sind 3 röhrenförmig, 4 stiletartig. 6 Teile bilden das eigentliche Stech- und Saugorgan, während der 7. als Schutzhülle für die ersteren ausgebildet ist. Wir beginnen mit dieser Hülle, der Unterlippe (labium). Sie stellt eine dorsal offene Chitinröhre dar, die während der Ruhe die übrigen Teile umhüllt. Sie ist etwas länger als der Stechapparat und endigt distal mit einer eichelförmigen, abgesetzten Verdickung, der Olive, die in zwei laterale Lappen, die Halboliven, und ein kürzeres medianes Zäpfchen, das Züngelchen gespalten ist. Beim Stich dringt die Unterlippe nicht mit in die Haut ein, sondern die Olive befestigt sich an der Einstichstelle in der Weise, dass das dicht behaarte Züngelchen fest auf die Haut gepresst wird, während die Olivenhälften den Stechapparat umfassen (vergl. Fig. 11); so wird die Einstichstelle fixiert und eine feste Verbindung des Rüssels mit der Haut hergestellt. Beim Einsenken der Stilete in die Haut gleiten sie durch den Ring der Halboliven und haben so eine feste Führung. Da die Unterlippe an ihren beiden Enden mit dem Stiletapparat verbunden ist, muss sie sich beim Eindringen des letzteren krümmen; die Stilete, die zusammen steifer sind, bleiben grade und treten aus dem dorsalen Spalt der Unterlippenröhre heraus. Die Krümmung der Röhre, deren Konvexität ventral gerichtet ist, geht schliesslich in eine scharfe Knickung über, deren Winkel von der Tiefe des Eindringens der Stilete bestimmt wird. Letztere dringen bis zur Hälfte, ja selbst zwei Drittel ihrer Länge in die Haut ein; in diesem Falle erscheint das Labium an der Beugungsstelle ganz spitz geknickt und auf sich

[1]) Grassi, B., Die Malaria. II. Aufl. Jena (Gustav Fischer) 1901.

[2]) Christophers, S. R., The Anatomy and Histologie of the adult femal Mosquito. In: Reports to the Malaria Committe of the Royal Society. IV. Ser. 1901.

selbst zurückgelegt. Beim Herausziehen des Stechapparates dürfte die elastische Röhre als Hebel funktionieren.

Wir wenden uns nun zum eigentlichen Stechapparat, der von der Oberlippe, dem Hypopharynx, den paarigen Mandibeln und Maxillen gebildet wird. Zum Verständnis der Lagerung dieser Teile zu einander können die Figuren 10a und b dienen. Die Oberlippe stellt den umfangreichsten Teil dar, sie liegt dorsal und bildet eine ventral spaltförmig offene Röhre, sie ist der längste der Teile und überragt mit ihrer distalen scharfen, etwas ventralwärts gekrümmten Spitze die anderen (Fig. 10a). Über ihren ventralen Spalt legt sich der ebenfalls blattartig verbreiterte Hypopharynx; so wird eine geschlossene Röhre gebildet, die zur Aufnahme des Blutes beim Saugen dient und sich direkt in die Mundhöhle fortsetzt. Vor dem Saugakt werden durch diese Röhre die Gase der Vorderdarmdivertikel (sog. Saugmagen) entleert, hierbei treten, wie wir sehen werden, die Trypanosomen in dieselbe und werden in das Blut befördert. In dem verdickten Teile des Hypopharynx verläuft eine engere ringsgeschlossene Röhre, die als Ausführungsgang der Speicheldrüsen dient. Den Weg durch diesen Kanal können die Flagellaten der *Spirochaete ziemanni* in seltenen Fällen nehmen. Wie Fig. 10a zeigt, endigt der Hypopharynx ebenfalls mit feiner, durch dunkleres Chitin verstärkter Spitze vor der Oberlippe. Die beiden distalen Röhrenöffnungen liegen dicht beieinander. Die beiden Maxillen verlaufen auf der dorsolateralen Seite der Oberlippe, während auf der ventro-lateralen die Mandibeln sich blattartig auf den Hypopharynx lagern (Fig. 10a). Maxillen und Mandibeln sind an ihren Enden lanzettartig verbreitert, die letzteren stärker, auf der verdickten Mittelrippe des Lanzettblattes sitzen Widerhaken, deren Spitzen proximal gerichtet sind; auf den Maxillen sind sie stärker und zahlreicher ausgebildet, als auf den Mandibeln; sie dürften beim Eindringen sägende Funktion ausüben und dann zur Verankerung des Stechapparates in der Haut dienen. Die genauere Lage ist aus der Fig. 10a ersichtlich. Aus dem Querschnitt in Fig. 10b dürfte die ganze Konfiguration des Apparates noch klarer werden.



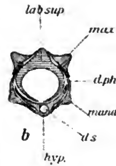


Fig. 10a. Spitze des Stechapparates von *Culex pipiens*. (Schematisch.)
d. ph. Fortsetzung d. Pharynx im Rüssel,
d. s. Ausführungsgang der Speicheldrüsen,
hyp. Hypopharynx,
lab. sup. Oberlippe,
mand. dextr rechte Mandibel,
mand. sin. linke Mandibel,
max. dextr. rechte Maxille,
max. sin. linke Maxille.

Fig. 10b. Querschnitt durch den Stechapparat von *Culex pipiens*, etwa an der in Fig. 10a durch den Querstrich gekennzeichneten Stelle. Buchstaben-Erklärung wie bei 10a (schematisch).

2. Der Darmkanal.

Der Darmkanal wird in drei Hauptabschnitte, Vorder-, Mittel- und Enddarm, eingeteilt; die Lage dieser Teile ist aus der schematischen Fig. 11 ersichtlich. Der Vorderdarm besteht aus der Mundhöhle, die sich in den Pharynx fortsetzt und dem Ösophagus; von ihm durch eine Klappe getrennt, beginnt der Mitteldarm mit einem, durch eine Einstülpung des Ösophagus verdickten, mit Blindsäckchen besetzten Kopfabschnitt, der von Christophers mit dem Proventriculus der anderen Insekten homologisiert wird, daran schliesst sich ein dünner, langgestreckter, dorsal-

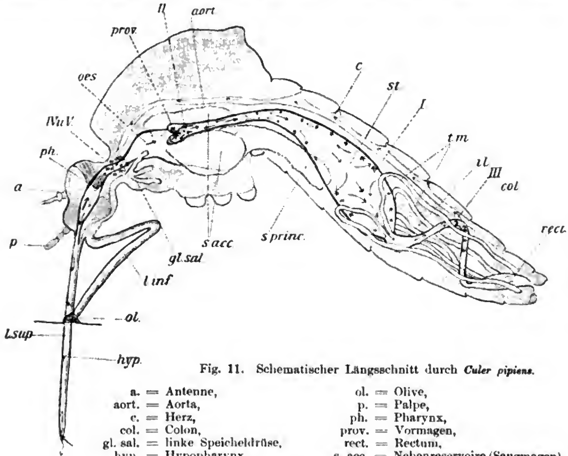


Fig. 11. Schematischer Längsschnitt durch *Culex pipiens*.

a. = Antenne,
aort. = Aorta,
c. = Herz,
col. = Colon,
gl. sal. = linke Speicheldrüse,
hyp = Hypopharynx,
il. = Ileum,
l. inf. = Unterlippe,
l. sup. = Oberlippe,
oes. = Ösophagus,
ol. = Olive,
p. = Palpe,
ph. = Pharynx,
prov. = Vormagen,
rect. = Rectum,
s. acc. = Nebenreservoire (Saugmagen),
s. princ. = Hauptreservoir (Saugmagen),
st. = Magen (Mitteldarm),
t. m. = Malpighische Schläuche.

Die Pfeile deuten die Richtung der Wanderung der Trypanosomen an, die Ziffern I—V die Ruhe- und Vermehrungs-Perioden.

wärts gekrümmter Halsteil, dem der erweiterte, auch als Magen bezeichnete Abschnitt folgt. Der Hinterdarm, der vom Magen durch eine ringförmige Einschnürung abgegrenzt ist, besitzt einen erweiterten, als Ileum bezeichneten vorderen Abschnitt, dann folgt mit einer dorsal gerichteten Schlinge das Colon, dem sich das erweiterte Rectum anschliesst.

Vorder- und Hinterdarm dokumentieren ihre ektodermale Herkunft durch eine Chitinauskleidung, wie ich im Gegensatz zu Christophers beobachtet habe. Als

Darmadnexen finden sich die paarigen Speicheldrüsen, die 3 Saugmagen und die 5 Malpighischen Schläuche.

Wir wenden uns nun zu einer genaueren Besprechung des Baues dieser Abschnitte.

1. Der Vorderdarm.

Die bei Besprechung des Stechapparates geschilderte breite Röhre der Oberlippe setzt sich direkt in die Mundhöhle fort; letztere ist eine mit dicker chitiniger Intima versehene Erweiterung dieser Röhre. Am Boden des vordersten Abschnittes ist die Chitinschicht von feinen senkrechten Kanälchen durchsetzt. In jedem dieser Röhrchen steckt eine feine haarförmige Zelle, die mit einer Nervenfaser des unteren Schlundganglion in Verbindung steht. Nach der Mundhöhle zu erweitert sich die Chitinröhre trichterartig, nur das freie Ende der Zelle ragt als äusserst zartes Kölbchen etwas über die Oberfläche hervor. Da diese Gebilde sehr klein sind und beim Schneiden grade diese dicke Chitinlage der Mundhöhle Schwierigkeiten bereitet, konnte ich bisher noch nichts genaueres über den feineren Bau dieser Organe ermitteln. Das Mitgeteilte dürfte aber genügen, um sie als Sinnesorgane ansprechen zu können. Da wir wissen, dass die Mücken ein feines Geschmacksunterscheidungsvermögen[1]) besitzen, liegt es am nächsten, dieses Feld von Sinneszellen als Geschmacksorgan zu deuten; erwähnt sei noch, dass es sich vom vordersten Ende der Mundhöhle bis zum Durchtritt des Vorderdarms durch das Gehirn erstreckt. Die chitinige Auskleidung des Pharynx behält ihre Dicke auch noch während des Verlaufs durch den Schlundring, der vom oberen und unteren Schlundganglion und ihren lateralen Commissuren gebildet wird. Die Epithelschicht dieses Teiles des Vorderdarmes beansprucht kein besonderes Interesse, sie besteht aus einer einfachen Lage kubischer oder mehr oder weniger abgeplatteter Zellen. —

Bald nach dem Austritt aus dem Schlundring erweitert sich der Pharynx zum Pumporgan, das bei dem Aufsaugen des Blutes eine wichtige Rolle spielt. Eine gute Beschreibung dieses Apparates bei Anopheles findet sich in der Arbeit von Christophers, ich kann sie für *Culex* bestätigen. Der Pharynx ist hier im Querschnitt dreieckig; dies wird bedingt durch die Einlagerung von 3 dicken Chitinplatten in die Wand, die durch eingerollte dünnhäutige, ausdehnungsfähige Wandteile verbunden sind. Diese Chitinleisten, 1 dorsale und 2 ventrolaterale dienen als Ansatz für 3 kräftige Muskeln, deren andere Enden an dem Chitinpanzer des Kopfes (1 dorsal, 2 lateral) befestigt sind. Bei ihrer Kontraktion wird der Pharynx erweitert, es entsteht hier beim Stich ein luftverdünnter Raum, in den das Blut aus dem Rüssel eingesogen wird. Hinter dem Pumporgan wird die Chitin-intima des Pharynx schwächer, umso stärker beginnt sich dafür eine Ring- und Längsmuskulatur des Darmes zu entwickeln. Dieser Teil leitet die mit Hilfe des Pumporgans herbeigeführte Nahrung durch rythmische peristaltische Bewegungen, die von vorn nach hinten laufen, weiter und ergiesst sie in den Ösophagus mit seinen 3 grossen Aussackungen, den sogen. Saugmagen, die aber diesen Namen mit Unrecht tragen dürften, da sie mit dem Saugen nichts zu tun haben; bei der Besprechung der Mechanik des Blutsaugens

[1]) Vergl. Grassi (1901) S. 94.

komme ich näher auf diese Frage zurück. Die Grenze zwischen Pharynx und Ösophagus bildet eine ringförmige Einschnürung der Darmröhre, bedingt durch besonders starke Entwicklung der Ringmuskulatur, die als Klappe funktioniert; sie wird bei der Expansion des Pumporgans geschlossen, bei der Kontraktion geöffnet; ich will sie künftig als Pharynxklappe bezeichnen. Der anfangs dünne Halsteil des Ösophagus, der hinter der Klappe mit ziemlich grossen kubischen oder sogar zylindrischen Zellen ausgekleidet ist, die eine dünne, helle Chitinkutikula aufweisen, erweitert sich bald zu einem grossen Reservoir, sein Epithel wird etwas niedriger, um in den 3 Aussackungen ganz platt zu werden. Die Chitin-intima ist aber in diesen Säcken wieder kräftiger entwickelt. Die am Ösophagus schwächer als am Pharynx ausgebildete Muskulatur findet sich in den 3 Reservoiren noch schwächer entwickelt. Die Lage dieser Aussackungen des Ösophagus ist aus der schematischen Fig. 11 ersichtlich. Wir finden gewöhnlich ein grosses, ventrales Hauptreservoir und zwei laterale kleinere Nebenreservoire. Nur in seltenen Fällen war diese Differenz nicht wahrzunehmen, dann waren alle 3 Aussackungen annähernd gleich gross; häufiger tritt der Fall ein, dass eines der Nebenreservoire (oder selten beide) ganz verkümmert erscheinen und nur als kleine Ausbuchtungen des Ösophagus noch zu erkennen sind. Die Reservoire enthalten gewöhnlich ein Gas in grossen Blasen und spärliche Flüssigkeit, sind aber im übrigen zusammengefaltet, nur beim Saugakt selbst erscheinen sie mit Blut gefüllt, unmittelbar nach Beendigung des Saugens fand ich in ihnen stets nur wenige Blutkörperchen, dagegen wieder Gas in Form von Blasen. Ein Inhaltsgebilde, dass ich niemals vermisst habe, sind aber Sprosspilzzellen; oft finde ich sie in grosser Menge, in anderen Fällen ganz spärlich und zwar liegt hier eine gewisse Gesetzmässigkeit vor; unmittelbar nach dem Saugen sind stets nur spärliche Individuen von ovaler oder bohnenförmiger Gestalt vorhanden. Während der Verdauung des Blutes im Magen nehmen sie zu, werden nach Beendigung der Verdauung sehr reichlich und bilden oft sogar einen dichten Überzug der Wand und zwar in allen Stadien der Proliferation. Ja auch bei den eben ausgeschlüpften Mücken (sowohl *Culex* als *Anopheles*) habe ich diese Parasiten nie vermisst, wenn ich auch oft lange danach suchen musste. Man kann sie aber bei den neuausgeschlüpften Mücken leicht nachweisen, indem man sie durch Ernährung der Mücke mit Zuckerwasser oder Fruchtsäften zu lebhafterer Vermehrung zwingt. Ich habe auf Grund zahlreicher Beobachtungen die Überzeugung gewonnen, dass diese Hefepilze ständige Commensalen der Mücke sind. In den Nymphen und selbst Larven fand ich sie auch bereits, bei letzteren im Darm. Auf ihren Bau und ihre Entwicklung hoffe ich später an einem anderen Ort zurückzukommen. Ich halte sie für die Produzenten des Gases in den Reservoiren, dass ich demnach für Kohlensäure anspreche.

Näher komme ich in dem Abschnitt über die Physiologie der Ernährung auf diese Gebilde und ihre Bedeutung für den Wirt zurück. Hier sei nur beiläufig erwähnt, dass diese Pilze, wenn sie zu reichlich ernährt werden (z. B. bei längerer ausschliesslicher Fütterung der Mücken mit zuckerhaltigen Flüssigkeiten, wie Fruchtsäften usw.) sich oft so stark vermehren, dass sie den ganzen Darm des Tieres vollstopfen und bei geschwächter Konstitution des Wirtes unter Gasentwicklung denselben

töten. Die Mücken sehen dann schon äusserlich ganz gedunsen aus, der Darm ist kolossal erweitert.

Besondere Wichtigkeit für die Infektion mit *Trypanosoma noctuae* besitzt der nun folgende Teil des Ösophagus bis zur Grenze des Mitteldarms. Das Epithel dieses Teiles ist wieder dicker, die Zellen sind sukkulenter und nehmen mit Hämatoxylin und anderen Farbstoffen eine dunklere Färbung an. Beim nüchternen Insekt ist der Endteil des Ösophagus stets mehr oder weniger tief in den Kopfteil des Mitteldarms eingestülpt. Besser als eine lange Beschreibung illustriert die beistehende Fig. 12 dieses Verhalten. Die Zahl der Falten und Buchten dieses Organs ist variabel. Die Figur stellt etwa einen mittleren Befund dar. An der Übergangsstelle des Ösophagus in den Mitteldarm ist ein sehr dicker Ring (m. c.) von Muskelfasern ausgebildet, der in Verbindung mit der Invagination einen festen Verschluss darstellt. Bei der Aufnahme des Blutes aus den Reservoiren in den Mitteldarm wird dieser Verschluss geöffnet, indem die Längsmuskulatur des Ösophagus sich kontrahiert; der eingestülpte Teil wird aus dem Muskelring herausgezogen und als weiter Vormagen oder Kropf vom Blut aufgebläht (vergl. das Schema in Fig. 13). Die Kontraktion der Längsmuskulatur des Mitteldarms und Ösophagus erweitert den Verschlussring noch mehr und gestattet den Eintritt des Blutes in den Mitteldarm. Der kropfartig erweiterte Teil des Vormagens umhüllt das Blut mit einer feinen gallertigen Schicht, einem chitinähnlichem Umwandlungsprodukt der Kutikula seiner Epithelzellen (Fig. 13h.). Diese Vorgänge kann man leicht ermitteln, wenn man die Mücke gleich nach Beginn des Saugens tötet. Wenn der Darm erst gefüllt ist, zeigt er sich so gebläht, dass das Epithel und die Gallertschicht zu einer ganz dünnen Lage vereinigt ist und man Mühe hat, diese Teile zu unterscheiden. Sicher ist aber, dass auch bei *Culex* (sowie *Anopheles*) die Nahrung nicht direkt die Epithelzellen des Mitteldarms berührt, sondern wie bei andern Insekten durch

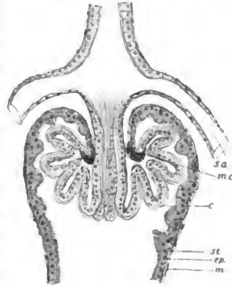


Fig. 12. Schematischer Längsschnitt durch den Anfangsteil des Mitteldarms.
ep. = Epithelzellen,
c. = chitinige Intima,
m. = Muscularis,
m. c. = Ringmuskel, der die Grenze des Vorderdarms gegen den Mitteldarm bildet,
s. a. = rechtes accessorisches Saugmagendivertikel,
st. = Stäbchenschaum.

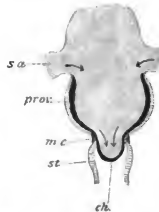


Fig. 13. Schema zur Erläuterung der Vorgänge beim Eintritt des Blutes aus den Reservoiren in den Vormagen und Mitteldarm.
ch. = Gallertige Hülle um den Blutbrei,
m. c. = Ringmuskel,
prov. = Vormagen,
s. a. = linkes Divertikel des Saugmagens,
st. = Mitteldarm.

eine gallertige Chitinschicht getrennt ist. Nach meinen Untersuchungen besteht die Funktion des Vormagens darin, diese Schicht zu liefern.

Der Mitteldarm ist durch den Besitz von grossen, sukkulenten, grob granulierten, dunkel färbbaren Epithelzellen von Drüsencharakter ausgezeichnet; die nach dem Darmlumen gerichtete Fläche der Zellen trägt im Gegensatz zu den Zellen des Vorderdarms Stäbchensäume. Dieser Gegensatz tritt sofort an der Grenze des Mitteldarms vom Ösophagus an dem Verschlussring hervor (Fig. 12 m. c.). Das Plasma der Zellen ist alveolär, die Alveolenzüge sind mehr oder weniger deutlich senkrecht zur Oberfläche gerichtet. Der Kern ist gross und chromatinreich. Das Epithel ist einschichtig, die Zellen beim nüchternen Insekt kubisch bis zylindrisch, beim vollgesogenen stark abgeplattet. Grössere Differenzen im Charakter des Epithel zwischen dem vorderen dünnen Halsteil und dem erweiterten Magenabschnitt des Mitteldarms bestehen nicht. Während bei *Anopheles* im vordersten Teil des Mitteldarms eine Anzahl deutliche, kryptenähnliche Einbuchtungen der Wand fast stets wahrzunehmen sind, sieht man bei *Culex* nur selten spärliche Andeutungen dieser Differenzierung (Fig. 12). Der Verlauf des Halsteils der einen längeren aufsteigenden und kürzeren absteigenden Schenkel aufweisst, ist aus Fig. 11 ersichtlich. Die Muskularis des Mitteldarms ist schwächer entwickelt als beim Vorderdarm. Eine genaue Schilderung der Tunica elastico-muscularis des *Anopheles* hat Grassi gegeben, sie kann auch für *Culex* gelten. Ebenso wie dort sind die Muskelfasern in eine bindegewebige Gallertschicht eingebettet und bilden ein mehr oder weniger weitmaschiges Netzwerk von längs- und quergerichteten Fibrillen.

Die Grenze des Mitteldarms gegen den Enddarm wird durch eine ringförmige Einschnürung gebildet, die durch starke Entwicklung der Ringmuskulatur bedingt wird. Der Mitteldarm kann hier ganz abgeschlossen werden.

Der vorderste Abschnitt des Enddarms, das Ileum nimmt gleich hinter der Klappe die Mündungen der 5 Malpighischen Schläuche auf, erweitert sich dann und steigt in steilem Bogen dorsal auf. Es ist ein muskuläres Organ, die Längs- und Quermuskulatur ist ausserordentlich kräftig entwickelt, während die Epithelzellen niedrig und klein sind. Sofort hinter dem Mitteldarm beginnt die Bekleidung des Epithels mit einer chitinösen Cuticula; die den ganzen Enddarm auskleidet, aber im Ileum am stärksten ist; die Längs- und Quermuskelfasern der Tunica elastico-muskularis inserieren, indem sie zwischen die Epithelzellen eindringen an leistenartigen interzellularen Verdickungen der Cuticula, die diesem ganzen Darmabschnitt ein sehr charakteristisches, faseriges Gepräge geben. Er führt im Leben sehr energische peristaltische Bewegungen aus, die von vorn nach hinten verlaufen.

Das Colon ist der längste und dünnste Teil des Enddarms; es bildet in seinem Verlauf eine deutliche, zuerst von Basili nachgewiesene dorsale Schlinge (vergl. Fig. 11). Das Ileum ist nicht scharf gegen das Colon abgegrenzt, allmählich nimmt die starke Ausbildung der Muskulatur und der chitinösen Intima ab, während die Epithelzellen breiter und sukkulenter werden. An der Basilischen Schlinge ist das Epithel am höchsten, das Lumen des Kanals am engsten, die Cuticula am schwächsten entwickelt. Wir werden sehen, dass diese Stelle für die Infektion mit *Trypanosoma*

noctuae besondere Bedeutung hat. Im absteigenden Ast des Colon wird die Cuticula wieder dicker gegen das Rektum zu. Das letztere ist stark erweitert, besitzt wieder wie das Ileum eine starke Muskulatur mit Chitinleisten und ist durch 6 Epithelverdickungen, sogen. Rektaldrüsen ausgezeichnet.

Die Malpighischen Schläuche, deren Lage aus Fig. 11 ersichtlich ist, werden von dicken, körnchenreichen Zellen ausgekleidet, die einen Saum langer Stäbchen und einen sehr grossen chromatinreichen Kern besitzen. Das Plasma ist gröber oder feiner alveolär und die Alveolen in Längsreihen senkrecht zum Lumen der Röhre angeordnet; während der Ruhe enthalten sie Flüssigkeit, bei der Exkretion kuglige Körperchen, die dann auch im Lumen des Kanals zu finden sind. Letzterer ist sehr eng und spiralig gewunden, was dadurch bedingt ist, dass die Zellen der Wand in der Mitte bauchig erweitert sind und je zwei oder drei von ihnen alternierend das Lumen umgeben. Auf dem Querschnitt erhält man also nur eine Zelle in ihrer grössten Breite, die zweite in mittlerer Breite und die dritte nur als schmale Spitze, der Kanal ist gegen diesen schmalen Teil der Wand gedrängt, im nächsten Schnitt ist von der ersten Zelle die mittlere Breite, von der zweiten die Spitze und von der dritten die grösste Breite getroffen, der Kanal ist nach der zweiten Zelle gedreht usw. Das blinde Ende der Kanäle ist mittels Tracheenverästelungen am Rektum lose befestigt.

Die Speicheldrüsen sind durch die neuere Malaria-Forschung so in den Vordergrund getreten, dass sie als die am genauesten bekannten Teile des Mückenkörpers betrachtet werden können; Grassi hat sie bei Anopheles eingehend beschrieben und Christophers auch auf die Unterschiede von *Culex* und *Anopheles* aufmerksam gemacht, ich setze daher ihren feineren Bau als bekannt voraus.

Das Blutgefässsystem der Mücke ist sehr schwer zu studieren, da die Elemente desselben ausserordentlich zartwandig sind. Selbst bei dem grossen dorsalen, als Herz bezeichneten Gefäss ist Anfang und Ende schwer zu ermitteln. Um den Mitteldarm, besonders seinen dorsalen Teil erstreckt sich als grosse Lakune ein Blutsinus, dessen Inhalt durch die lateralen Spalten des Herzens (in jedem Segment je ein Paar) aufgenommen wird. Das Herz mit seinen vorderen Verlängerungen, der Aorta und ihren Ästen sind die einzigen Teile des Gefässsystems, die eine eigene Wand besitzen. Dieselbe besteht aus einer äusserst dünnen mit platten Zellkernen besetzten inneren Schicht, bei der man keine Zellgrenzen erkennen kann und einer Muskulatur von zarten Ring- und Längsfasern, die in jedem Segment des Abdomens mit den bekannten zur Körperwand laufenden paarigen Flügelmuskeln in Verbindung stehen. Auf der äusseren Oberfläche des Herzens, zwischen den mannigfaltig verästelten Muskelfibrillen liegen die sog. Perikardialzellen, riesige körnerreiche amöboide Zellen mit einem oder mehreren Kernen; in letzterem Falle zeigen manche Kerne körnigen Zerfall. Das Herz scheint nur hinten blind zu endigen, und zwar etwas hinter der Schlinge des Colon; die Perikardialzellen lassen sich aber oft noch bis zum Rektum verfolgen. Nach vorne behält das Herz im ganzen Abdomen die Gestalt eines breiten Schlauches, die Spalten und Flügelmuskeln hören aber schon im zweiten Abdominalsegment, also etwa am Beginn des Magens auf. Im Thorax verdünnt sich der Schlauch zur Aorta und läuft dorsal vom Darm bis in den Kopf, vor dem Eintritt in den Hals

gibt der Hauptstamm vier Äste ab, von denen zwei zu den Speicheldrüsen verlaufen und dort in das Lakunom sich auflösen, während 2 bis in die Nähe des Pumporgans zu beiden Seiten des Ösophagus zu verfolgen sind. Die Pulsationen des Herzens kann man bei der lebenden nüchternen Mücke (man nehme eine alte, die schon ihre Hautbeschuppung stark abgescheuert hat) unter dem Mikroskop, bei starker künstlicher Durchleuchtung des Körpers sehr gut verfolgen. Sie verlaufen als starke kontraktorische Wellen 4—5 mal von hinten nach vorne, um dann nach einem Stillstand von etwa 3 Sekunden wieder zu beginnen. Während des Stillstandes erfolgt die Kontraktion des ganzen Abdomens, welche die Atmung bewerkstelligt und gleich darauf verlaufen über das Ileum die peristaltischen Bewegungen von vorn nach hinten, an die sich dann wieder die Pulsationen des Herzens anschliessen. Leider kann man den Teil des Pharynx, der ebenfalls imstande ist, peristaltische Bewegungen von vorn nach hinten auszuführen, nicht beim lebenden Tier erkennen. Wenn er ebenfalls rhytmisch mit dem Herzen pulsieren würde, hätten wir einen vollständigen Kreislauf. Die Tatsache, dass der herauspräparierte Pharynx in Kochsalzlösung noch lange seine regelmässigen Pulsationen fortsetzt, macht diese Vorstellung recht plausibel.

Die weiblichen Genitalorgane kann ich erst in der ausführlichen Arbeit, bei der speziellen Schilderung der Vererbung der Parasiten genauer besprechen, da dies ohne eine grössere Anzahl Abbildungen nicht möglich ist und diese gleich mit den Parasiten dargestellt werden können. Zur oberflächlichen Orientierung genügen die Angaben von Christophers, eine genauere Arbeit über dieses Thema liegt seit kurzem von Kulagin[1]) vor.

k) Physiologische Bemerkungen über *Culex pipiens.*

Nachdem wir den Bau des Verdauungsapparates von *Culex* in Kürze kennen gelernt haben, müssen wir für das Verständnis der Infektion uns einige Vorstellungen über den Gang der Nahrung durch den Körper der Mücke bilden, da mit derselben auch die Parasiten wandern. Leider sind unsere Kenntnisse hierüber noch sehr gering, ich muss daher meine persönlichen Vorstellungen, die ich auf Grund eigener Beobachtungen und durch Schlussfolgerungen aus dem Bau der Organe gewonnen habe, etwas näher darlegen, eine ausführlichere Begründung gehört nicht in den Rahmen dieser Protozoenarbeit, ich hoffe sie später gesondert zu geben.

I. Die Nahrungsaufnahme.

Die Nahrung des *Culex*-Weibchens besteht normaler Weise aus Blut. Dasselbe wird beim Stich aufgenommen. Zur Beobachtung des Stechens setze man das Gläschen mit dem Tiere auf die Oberfläche der Hand und binde es am besten an der Hand fest, doch stecke man unter den aufsitzenden Rand des Gläschens ein Stückchen Holz oder Papier, damit das Tier genügend Luft hat. Nun bringt man die Hand unter das Braus-Drünersche binokulär Mikroskop und kann dann die Bewegungen

[1]) Kulagin, N., Der Bau der weiblichen Geschlechtsorgane bei *Culex* und *Anopheles.* In: Zeitschr. f. wiss. Zool. v. 69, S. 578—597, Tafel 44, 1901.

des Tieres beim Stich sehr genau verfolgen. Die *Culex*-Weibchen stechen meist nur wenn sie ganz nüchtern sind und bevorzugen hierzu die Zeit der Morgen- und Abenddämmerung. Manche stechen den Menschen wie es scheint überhaupt nicht, während sie an die Vögel gleich gehen und umgekehrt.

1. Das Aufsuchen der geeigneten Stelle zum Einstechen.

Nachdem die Mücke auf der Hand zur Ruhe gekommen ist, führt sie mit dem Rüssel tastende Bewegungen aus, die Antennen sind hierbei nicht auf der Haut. Man bemerkt wie die Olivenhälften und besonders das Züngelchen an der Spitze der Unterlippe fortwährend in lebhafter auf- und niedersteigender Bewegung sind, die man fast mit Vibrieren bezeichnen könnte, plötzlich werden sie höher emporgezogen, die Spitze der Oberlippe erscheint und sticht mit einem Ruck in eine Spalte der Oberhaut; während dieses Aufsuchens der Einstichstelle hat das Tier seine beiden Hinterbeine emporgehoben und bogenförmig in die Höhe gekrümmt, die Mücke balanziert nur auf den beiden vorderen Beinpaaren.

2. Der Einstich.

Allmählich dringt das Stiletbündel in die Tiefe der Haut, hierbei sieht man deutlich die Mandibeln und Maxillen rasche auf- und niedergleitende Bewegungen ausführen, die augenscheinlich dazu dienen, vermittels der sägeartigen distalen Teile dieser Stilete die Wunde zu erweitern. Die Unterlippe knickt in der früher besprochenen Weise um und wenn der Rüssel bis zur Hälfte oder zwei Drittel seiner Länge eingedrungen ist, tritt Ruhe in dem Stiletbündel ein; während des Einstechens hat sich der Körper der Mücke beträchtlich der Haut genähert, meist liegt derselben das hintere Ende des Abdomens auf.

3. Die Entleerung der Gasbehälter.

Um diesen Vorgang zu verstehen, muss man das Abdomen beim Einstich im Auge behalten. Man achte genau auf die Kontraktionen und Expansionen des Körpers beim Atmen; während der Köper sich auf die Haut beim Eindringen der Stilete niedersenkt, erfolgen die Atembewegungen gleichmässig und schwach, plötzlich sieht man eine gewaltsame starke Kontraktion des ganzen Abdomens. Diese dürfte bewirken, dass das Blut im Körper der Mücke sich nach vorne anstaut und auf die mit Gas gefüllten Ösophagusdivertikel sowie auf die Speicheldrüsen drückt und ihren Inhalt, soweit er gasförmig oder flüssig ist, entleert[1]); auch feste Körper, die in diesen Flüssigkeiten frei suspendiert sind, werden natürlich mitgeführt, ebenso wird alles, was die Ausführungsgänge dieser Höhlen verstopft, mit herausgedrückt und in die Haut befördert. Die Gasbehälter werden, wie die Untersuchung des Tieres in diesem Zustande des Saugens beweist, bis auf wenige Blasen geleert; die Speicheldrüsen hingegen nicht merklich verändert, die entleerte Sekretmenge dürfte minimal sein. Fragen wir uns nun, was die gewaltsame Kontraktion des Körpers bewirkt haben

[1]) Erwähnt sei, dass man diese gewaltsame erste Kontraktion des Körpers nicht beobachtet bei Mücken, die Wasser oder andere Flüssigkeiten saugen.

kann, so lag es wohl am nächsten, folgenden Gedankengang experimentell zu prüfen. Je mehr die Mücke sich der Haut näherte, desto mehr kam sie in eine kohlensäurereichere Atmosphäre, denn wir wissen, dass auf unserer Haut ein dickerer oder dünnerer Kohlensäuremantel lagert. Bei den Atembewegungen nahm die Mücke allmählich von allen Seiten die kohlensäurereichere Luft auf, die dann die Muskulatur des Körpers, welche ja von den Tracheen umsponnen ist, reizte und zu der durchaus zweckmässigen, d. h. zur Entfernung der Kohlensäure aus den Tracheen dienenden heftigen Kontraktion führte. Die Beschleunigung der Atmung hält zwar an, solange das Tier auf der Haut sitzt, das heisst, solange es saugt, aber so heftig sind die Bewegungen nicht mehr, wie beim ersten Ausatmen. Um diesen Gedankengang experimentell zu prüfen, brachte ich eine nüchterne, lebensfrische Mücke unter ein Deckglas auf den hohlgeschliffenen Objektträger, der Rüssel wurde vorsichtig, ohne dass eine Knickung oder ein starker Druck erfolgte, unter dem Rand des Deckglases vorgezogen und in ein Töpfchen Glyzerin getaucht, das dann mit einem zweiten, gut unterstützten Deckglas bedeckt wurde, so konnte das Rüsselende mit starker Vergrösserung in einem flüssigen Medium betrachtet werden, während der übrige Mückenkörper freilag und nur durch den leichten Deckglasdruck in seiner Lage gehalten wurde. Das die Mücke bedeckende Glas war so gelagert, dass von der Höhlung des Objektträgers noch ein kleiner Spalt frei blieb, an den Rand dieses Spaltes brachte ich ein winziges Körnchen Kalk und betupfte es mit einer Spur Salzsäure. Die entstehende Kohlensäure konnte sich nun in die Höhlung des Objektträgers ergiessen. Nach vielen vergeblichen Bemühungen gelang es mir auch wirklich, dreimal den gewünschten Effekt zu erzielen, die Mücke kontrahierte sich und entleerte das Gas, Sprosspilzzellen und viele kleine körnige Bildungen in das Glyzerin. Das Gas trat in Form von kleinen Bläschen heraus, die sich dann schnell zu einer grossen Gasblase sammelten, auf deren Oberfläche durch die Spannung die festen Körper festgehalten wurden. In einem der beiden gelungenen Versuche löste sich die Gaskugel mit den Körpern von der Öffnung der Oberlippe ab, in dem zweiten Falle wurde sie sofort nach dem Austritt wieder eingezogen bis auf kleine abgesprengte Gasbläschen und vereinzelte Körnchen und Hefezellen. Beim dritten Mal war der Versuch mit einer infizierten Mücke zur richtigen Zeit gemacht, und zwar diente als Flüssigkeit in diesem Falle Kochsalzlösung. Die Parasiten wurden in grossen Klumpen zuerst entleert und weit fortgeschleudert, ebenso heftig wurde das Gas dann zerstäubt. Auf diesen Fall komme ich in der ausführlichen Arbeit noch genauer zurück. Ich glaube es durch diese Versuche wahrscheinlich gemacht zu haben, dass der obige Gedankengang im wesentlichen richtig war; ob ausser der Körperkontraktion noch andere Faktoren bei der Entleerung der Gasbehälter mitwirken, vermag ich nicht zu sagen. Die eigene Muskulatur dieser Bildungen ist, wie früher erwähnt wurde, nur sehr schwach entwickelt, und bei den Speicheldrüsen ist auch nichts über einen besonderen eigenen Entleerungsapparat bekannt.

Bevor wir den Saugakt weiter verfolgen, müssen wir noch eine Vorstellung über die Bedeutung der bei der ersten Kontraktion des Körpers entleerten Substanzen zu gewinnen suchen. Ich habe eine Reihe von Experimenten über die Wirkung des

Speichelsekretes und des Inhaltes der Reservoire angestellt, bin aber noch nicht zu einem abschliessenden Urteil gelangt.

Zunächst habe ich die Speicheldrüsen auf ihre etwaige Giftwirkung zu prüfen gesucht. Es ist ja bekannt, dass der Mückenstich eine mehr oder weniger heftige lokale Reizung der Haut verursacht, die sich objektiv durch Rötung und Quaddelbildung, sowie subjektiv durch heftigen Juckreiz bemerkbar macht. Wenn das Speicheldrüsensekret diese Erscheinungen bewirkt, dann müsste die Einführung der ganzen zerriebenen Speicheldrüse in die Haut dieselben noch steigern, da nachweislich beim Stich nur wenig vom Inhalt dieser Drüsen entleert wird. Ich habe wiederholt bei mir und Dr. von Prowazek die in geringen Mengen von Kochsalzlösung heraus präparierten Speicheldrüsen mit einer Nadel in die Haut eingeführt, nachdem ich vorher eine kleine Wunde gemacht hatte, aber niemals eine Spur der erwähnten Erscheinungen beobachtetet, obwohl die Drüsen in der Haut nach ihrer Implantation sorgfältig verrieben waren. Meine Versuche, nachzuprüfen, ob das Speichelsekret vielleicht die Fähigkeit besitzt, die Gerinnung des Blutes zu verlangsamen, haben bisher noch keine einwandfreien Resultate gegeben, da ich die Mücke nicht ohne Flüssigkeit präparieren kann. Zuletzt habe ich die Speicheldrüsen in frischem Blutserum herauspräpariert, und nach ihrer Zertrümmerung in einer Glaskapillare aufgesogen, die soeben zur Hälfte mit frischem Blut gefüllt war. Nach 24 Stunden war das Blut zwar nicht ganz geronnen, aber etwa zur Hälfte; die meisten Blutkörperchen zeigten deutliche Zerfallserscheinungen, viele waren ganz gelöst. Diese Experimente müssen noch fortgesetzt werden; vorläufig wage ich kein sicheres Urteil über die Bedeutung des Speichels der Mücke abzugeben. Am wahrscheinlichsten scheint mir die Hypothese der verdauenden Wirkung, während ich geneigt bin, die Verhütung der schnellen Gerinnung dem Gas, welches die Ösophagus-Reservoire enthalten, zuzuschreiben, und zwar aus Gründen, die in der chemischen Natur desselben liegen. Ich komme damit zu den Versuchen über die Bestandteile des Inhaltes dieser Säcke. Wie früher geschildert wurde, enthalten dieselben bei der nüchternen Mücke stets ein Gas, eine spärliche Flüssigkeit und mehr oder weniger zahlreiche Sprosspilzzellen. Die letzteren hatten mich auf die Vermutung gebracht, dass das Gas Kohlensäure sein könnte. Dies wurde leicht durch die Trübung von Barytwasser unter dem Deckglas nachgewiesen. Um die Gasblasen in dem isolierten Reservoir tritt sofort ein dichter Körnchenniederschlag auf, wobei erstere schnell verschwinden. Wie oben schon angedeutet, vermute ich, dass die Kohlensäure die Gerinnung des Blutes, bis es zum Magen kommt, verhindert, indem sie die Trombocyten lähmt und damit an der Bildung der Fibrinfäden verhindert. Diese Idee wäre wohl nicht schwierig durch das Experiment zu prüfen, leider habe ich bisher noch keine Zeit dazu gefunden. Mit den Reservoiren, die ihrer Gasblasen beraubt waren, also nur noch die spärliche Flüssigkeit und die Hefezellen enthielten, habe ich nun dieselben Versuche gemacht wie mit den Speicheldrüsen. Die Mücken werden lebend in Kochsalzlösung schnell präpariert. Sobald die Reservoire, die an ihren Gasblasen schon mit blossem Auge leicht kenntlich sind, freiliegen, werden sie unter dem Mikroskop vorsichtig in toto vom Ösophagus abgeschnitten und schnell in einen reinen Tropfen Kochsalzlösung übertragen, hier

wird ein kleiner Riss in die Wand des Sackes gemacht und das Gas durch vorsichtigen Druck entleert. Dann wurde mit einer reinen Nadel schnell durch Rotieren ein kleines trichterförmiges Loch in die obere Handfläche gemacht, das so tief war, dass gerade eine Spur Blut im Grunde sichtbar wurde, in diesen Trichter wurde das auf die Nadelspitze genommene Gasreservoir eingepflanzt und durch rotierende Bewegungen der Nadel zerdrückt und verrieben. Schon nach wenigen Sekunden merkt man den charakteristischen kribbelnden Reiz des Mückenstiches, und in kurzer Zeit tritt auch die Rötung und typische Quaddelbildung ein; meist viel heftiger als bei dem gewöhnlichen Mückenstich, auch hält die Quaddel länger an (bis 4 Tage nachweisbar) und juckt länger, was, wie wir sehen werden, davon abhängt, dass beim Mückenstich die meisten Sprosspilze wieder aufgesogen werden, während sie hier in der Wunde bleiben. Ich habe nicht nur mir, sondern auch meinem Assistenten Herrn Dr. von Prowazek und anderen Herren wiederholt solche künstlichen Mückenstiche beigebracht und zwar stets mit demselben Erfolg. Ja ich konnte sogar nachweisen, dass der Grad der Rötung und Quaddelbildung von der Menge der Hefepilze und ihres Enzyms abhängig ist. Bei der Injektion eines Sackes, der dicht mit Hefepilzen vollgestopft war, konnte ich bei mir eine fast 3 cm breite, dicke und schmerzhafte Hervorwölbung erzielen, die über eine Woche anhielt.

Nach diesen Versuchen glaube ich zu der Hypothese berechtigt zu sein, dass die Giftwirkung des Mückenstichs durch das Enzym eines kommensalen Pilzes erzielt wird. Dieser Pilz, der stets gefunden wurde, gehört, wie meine Beobachtungen lehren, in den Entwicklungskreis eines höheren, Mycel bildenden Myceten, der vielleicht in der Nähe der Entomophtoraceen gehören dürfte. Wie erwähnt, hoffe ich die Entwicklungsgeschichte dieses interessanten Kommensalen, der in gewissen Fällen für seinen Wirt gefahrbringend werden kann, zum Gegenstand einer besonderen Studie zu machen, hier sei nur an Stelle einer vorläufigen Mitteilung folgendes erwähnt: Nach dem Saugen des Blutes bleiben meist nur wenige kleinste ovale oder kuglige Hefezellen in dem Reservoir zurück, zugleich finden sich auch spärliche Reste von Blut, das bei der letzten Entleerung des Reservoirinhalts in den Magen übrig blieb. Dieses Blut zersetzt sich, und von dem darin enthaltenen spärlichen Traubenzucker dürften die Hefepilze gerade sich soweit vermehren, dass ihre Quantität für den nächsten Stich ausreicht; wie früher erwähnt, kann man sie aber zu lebhafter Vermehrung bringen durch Verfütterung von zuckerhaltigen Lösungen an die Mücken. Die beim Beginne des Stiches entleerten Hefezellen dürften zum grössten Teil wieder in den Magen aufgesogen werden, denn man findet sie häufig im frisch gesogenen Magenblut in denselben Entwicklungsstadien wie im Reservoir. Während der Verdauung des Blutes im Magen vermehren sich die Pilze, anfangs noch hefeartig, dann mycelbildend, und produzieren dann eine winzig kleine Fruchtform, die ich auch in den Eiern der Culex wiederfinde; ferner finde ich dann die Hefeform im Darm der Larve und im Inhalt der zerquetschten Nymphe. Es ist mir hiernach wahrscheinlich geworden, dass der Pilz vererbt wird und einen regelmässigen Kommensalen der Mücke darstellt. Genauere Untersuchungen müssen aber erst lehren, ob diese Vermutung in allen Fällen berechtigt ist.

Auf Grund der mitgeteilten Versuche glaube ich nun, dass es möglich ist, sich eine genauere, nicht zu unwahrscheinliche Vorstellung von den Vorgängen, die sich beim Beginn des Saugaktes an der Spitze des in der Haut befindlichen Rüsselteiles abspielen, zu bilden. Die Mandibeln und Maxillen dürften beim Eindringen einzelne Blutkapillaren anschneiden, so dass Blut in die Wunde fliesst und das Ende des Stilets umspült. Nun tritt die Kohlensäureblase aus der Öffnung der Oberlippe heraus, sie muss hier hängen bleiben, weil sie rings von Blut umgeben ist; mit ihr zugleich sind das Enzym der Ösophagusdivertikel und die Hefepilze ausgetreten, und haben sich vermöge der Oberflächenspannung des Blutes auf ihr als Mantel verbreitet. Auf diesen Mantel hat sich aber aus der Öffnung des Hypopharynx auch das Speichelsekret ergossen. Nun diffundiert die den Mantel umgebende Flüssigkeit in die Haut; das Enzym reizt dieselbe und erzeugt eine Steigerung des Blutdrucks nach der Wunde, es sammelt sich immer mehr Blut um die Kohlensäureblase; das Gas selbst kann diesen Vorgang noch unterstützen, indem es die Muskulatur reizt und zu energischer Kontraktion veranlasst, ferner kann die Kohlensäure die Trombozyten sowie alle anderen lebenden Zellen des Blutes zu einer lähmenden Kontraktion zwingen, und so die frühzeitige Gerinnung des Blutes verhindern. Auch der Speichel wird sich auf der Oberfläche der Kugel mit dem Blut mischen. Die Gasblase ist nun überall auf ihrer Oberfläche mit ziemlich gleichartiger Wandspannung versehen bis auf die Stelle, an welcher die Ränder der Oberlippe sie berühren. Sobald nun der Druck vom Körper der Mücke aus nachlässt, also am Ende der ersten gewaltsamen Atembewegung, wird in der Blasenwand an der Berührungsstelle mit der Oberlippe ein Ort niederen Druckes entstehen und die Flüssigkeit, welche den Mantel der Blase bildet, wird mit den darin suspendierten Körpern, also Speichelsekret, Hefepilze und Blut hierher strömen und in der als Kapillare funktionierenden Oberlippe emporsteigen, wobei der erhöhte Blutdruck um die Wunde noch nachschiebende Unterstützung bringen könnte.

4. Der Beginn des Saugens.

Nachdem das Blut in die Oberlippe gelangt ist, wird es weiter gehoben durch den Pumpapparat des Pharynx, der sich erweitert. Nachdem die Mundhöhle und der Pharynx mit Blut gefüllt ist, macht es an der Pharynxklappe Halt, um dann bei der Kontraktion des Pumporgans hier hindurch und in den Ösophagus mit seinen Divertikeln gedrückt zu werden; hierbei leistet der hintere peristaltisch bewegliche Teil des Pharynx Unterstützung. Wir erwähnten schon früher, dass der Pumpapparat und der peristaltische Pharynxteil ebenso wie das Herz in dem Intervall zwischen 2 Atembewegungungen etwa 4—5 mal pulsiert; es kann also der geräumige Ösophagus mit seinen Divertikeln sehr wohl gefüllt sein, bis die nächste Atembewegung einsetzt; vermutlich sind ebenso wie die Atembewegungen auch die Pumpbewegungen beschleunigt, sodass die Differenz gleich bleiben könnte. Sobald der Pumpapparat still steht, setzt nun die Atembewegung ein, die Kontraktion des Körpers drückt das Blut aus dem Ösophagus mit seinen Divertikeln in den Mitteldarm, da die Pharynxklappe (vielleicht durch die längere Kohlensäureeinwirkung) sich fester kontrahiert. Der als Vormagen

dienende eingestülpte Teil des Ösophagus wird herausgezogen und zuerst mit Blut gefüllt; er umhüllt das Blut mit der gallertig-chitinösen Schicht, die wir früher kennen gelernt haben, dann tritt dasselbe durch die Ösophagusklappe in den Mitteldarm. Mit der Kontraktion des Körpers bei der zweiten Atembewegung kann wieder etwas Speichelsekret entleert werden, und der ganze Vorgang spielt sich von neuem in derselben Weise ab usw., bis der Darm gefüllt und das Saugen hierdurch beendet wird. Oft kann man aber beobachten, dass der Gegendruck der Darmspannung nicht genügt um die Saugbewegung aufzuheben, der Widerstand der Enddarmklappe wird überwunden, und es fliesst zum After reines Blut heraus, es dürfte dann der Saugakt erst durch Ermüdung der Muskulatur beendet werden.

Ich hoffe dargetan zu haben, dass der Akt der Nahrungsaufnahme bei der Mücke keineswegs ein einfacher Prozess ist, sondern dass dabei eine komplizierte Verkettung verschiedener Faktoren stattfindet. Leider musste meine Untersuchung des Saugaktes sehr aphoristisch bleiben und zum grössten Teil durch Hypothesen ergänzt werden; es wäre wünschenswert, dass bei der Wichtigkeit des Problems für die Medizin ein tüchtiger physiologisch gebildeter Chemiker diese Untersuchungen wieder aufnehme und exakt durchführe; wenn dazu meine Notizen Veranlassung böten, wäre ich reichlich belohnt; dasselbe gilt auch für das nun folgende Problem der Verdauung, das noch mehr Rätsel bietet.

II. Die Verdauung.

Die Verdauung und Resorption der assimilierbaren Stoffe des Blutes findet im Mitteldarm statt. Wie erwähnt, ist unmittelbar nach dem Saugakt die Nahrungsmasse von einer feinen gallertigen Schicht umhüllt, welche die direkte Berührung des Blutes mit dem Stäbchensaum der Epithelzellen verhindert. Der Austausch der Substanzen swischen Blut und Epithel erfolgt also als Diffusion durch diese Membran. Schon Grassi hat bei Anopheles beobachtet, dass kurze Zeit nach der Nahrungsaufnahme das Blutserum in dem vorderen Teile des erweiterten Magenabschnittes enthalten ist, während die Blutkörperchen den übrigen Teil, d. h. ungefähr dessen drei hintere Viertel, ausfüllen. Dieses gilt auch für *Culex*. Dann erfolgt zunächst eine Lösung des Haemoglobin; das Serum wird gelb, die Blutkörperchen werden farblos, und zwar schreitet dieser Prozess von der Peripherie gegen das Zentrum des bald sehr dicht werdenden Blutkuchens vor; dann beginnt erst in derselben Richtung der Zerfall der Erythrocyten und ihre vollständige Auflösung. Die nicht resorbierbaren Substanzen des Haemoglobin scheinen dann bald wieder ausgefällt zu werden in Form von krystallinischen, braunen bis schwarzen, stark lichtbrechenden Körnchen, die nach Vollendung der Verdauung als der Hauptinhalt des Magens auffallen und dann durch den Enddarm abgeführt werden.

Die Schnelligkeit des Verdauungsprozesses ist ausserordentlich von der Temperatur abhängig, ein Umstand, der für die Infektion mit der Parasiten von besonderer Wichtigkeit ist; ein zweiter Faktor, der hierbei mitwirkt, ist natürlich auch die Menge des aufgenommenen Blutes. Bei der Wärme erfolgt die Lösung des Blutes und die Resorption schneller als bei der Kälte. Während beispielsweise ein vollgesogenes

Culex-Weibchen bei 26° C schon nach 2 Tagen wieder einen leeren Magen hat, kann dasselbe Tier bei 8° C erst nach 6—8 Tagen ganz verdaut haben. Wir haben es also ziemlich in der Hand, die Verdauung zu befördern oder zu hemmen; dies ist für die experimentelle Untersuchung der Infektion besonders wichtig, wie wir später sehen werden.

Während der Mitteldarm die Resorption der assimilierbaren Stoffe der Nahrung besorgt, dient der Enddarm zur Ableitung der nicht assimilierbaren. Als feste Körper gehen aus dem Mitteldarm die erwähnten schwarzen oder braunen Residuen des Blutes über neben anderen weniger charakteristischen Körnchen. Ihnen gesellen sich schon im Aufangsteil des Ileum die Exkrete der als Niere funktionierenden Malpigischen Schläuche bei. Am leichtesten erkennbar sind unter diesen ziemlich grosse, krystallinische, farblose, aber stark lichtbrechende Körnchen, die im auffallenden Licht weiss erscheinen. Beim Beginn des Verdauungsprozesses überwiegen im Enddarm die melaninähnlichen Körperchen, er sieht daher schwarz aus, dann mischen sich mit dem Fortschreiten der Resorption immer mehr die weissen Exkrete der Malpighischen Gefässe dazu, die Farbe wird gelbgrau um dann am Ende des Verdauungsprozesses ganz weisslich zu werden, indem die Entleerung der schwarzen Gebilde ganz aufgehört hat und nur noch die weissen übrig sind. Denselben Farbenwechsel von schwarz durch grau zum hellgelb machen der Reihe nach die tröpfchenförmigen abgelegten Fäces während des Verdauungsprozesses durch. Für uns ist dies wichtig, weil wir so an den Fäces den Stand der Verdauung beurteilen können.

Nach Beendigung der Verdauung spielt sich im ganzen Darmkanal ein für uns wichtiger Vorgang, die Epithelregeneration, ab, und zwar schreitet dieselbe von vorn nach hinten fort. Schon während der Verdauung findet man sie im Vorderdarm. An der Basis der Epithelzellen treten an verschiedenen Stellen kleine Zellen auf, man beobachtet an ihnen Mitosen; hier und da wölben sich die alten Epithelzellen buckelartig vor, die Kutikula ist bei vielen nicht mehr wahrnehmbar; diese Vorgänge dauern ziemlich lange und ersetzen allmählich das alte Epithel vollständig. Im Mittel- und Enddarm treten sie etwas später ein, sodass zB. der in den Mitteldarm vorgestülpte Ösophagusteil schon seine neue Cuticula besitzt, wenn die benachbarten Epithelzellen des Magenhalses noch abgestossen werden, zuletzt häutet sich dann der Enddarm in der Form dieser sporadischen Epithelabschilferung.

III. Der Kreislauf.

Die bei der Ernährung gewonnenen Säfte gelangen aus dem Mitteldarm direkt in das ihn umgebende Lakunom, das man sich als grossen Lymphsinus vorstellen kann; dasselbe ist dorsal vom Herzen begrenzt, während dorso-lateral die grossen Perikardialzellen liegen, die vielleicht die Rolle von Lymphdrüsen spielen könnten. Am reichsten mit Nahrung versorgt erscheinen die Ovarien, welche direkt dorsal in diesen Lymphsinus hineinragen und ihn bei dem Wachstum allmählich ganz ausfüllen. Nach hinten wird das Nährmaterial durch die peristaltischen Bewegungen des Ileum gefördert, die, wie wir erfahren haben, mit dem Herzen abwechselnd pulsieren. Das

Herz nimmt aus dem Darmlakunom durch die segmentalen, paarigen, lateralen Spalten das Blut bei der Expansion auf und drückt es bei seiner von hinten nach vorn laufenden peristaltischen Kontraktion nach vorne durch die Aorta bis in den Kopf, von hier wird der Rücklauf in das Lakunom der Bauchseite unterstützt durch die Peristaltik des Pharynx, der sich von vorn nach hinten kontrahiert. So gelangt die Leibeshöhlenflüssigkeit wieder in das Darmlakunom. Der Gaswechsel findet überall im Körper statt, da ja sämtliche Organe von den feinsten Verästelungen der Tracheen umsponnen werden.

Erwähnt sei noch, dass die Eierstöcke der Blutnahrung zu ihrem Wachstum bedürfen, mit Surrogaten wie Fruchtsäften oder Zuckerlösungen kann man die Mücke zwar am Leben erhalten, aber nicht zur Eiablage bringen, eine Tatsache, die schon bei der Malariaforschung eine unliebsame Erschwerung des Experimentierens bewirkt hat.

l) Die Wanderung der Trypanosomen durch den Körper von *Culex pipiens*.

Bevor ich den Gang, den die Parasiten durch den Körper der Mücke nehmen, schildere, muss ich noch einige Bemerkungen vorausschicken, welche darauf hinweisen, dass nicht alle Individuen der Species *Culex pipiens* geeignet sind, die Parasiten in ihrem Körper zu entwickeln. Im allgemeinen habe ich gefunden, dass nur etwa 10 Prozent der zu den Experimenten verwendeten Mücken die Parasiten in ungestörter Weise zur Entwicklung gelangen liessen. Die Gründe hierfür, die sehr mannigfaltiger Art sind, werde ich in der ausführlichen Arbeit eingehend diskutieren. In manchen Fällen stellt es sich heraus, dass die zum Experiment verwendeten Mücken bereits an einer anderen parasitären Erkrankung leiden, der schon vorhandene Parasit hemmt die Entwicklung des neu hinzukommenden; manche Mücken sind aus Gründen, die ich noch nicht ermittelt habe, nicht imstande, das Vogelblut zu verdauen; es wird unverdaut entleert; andere stechen überhaupt nicht den Vogel. Ferner habe ich die Überzeugung gewonnen, dass auch bei den Mücken und zwar sowohl bei einzelnen Individuen als bei ganzen Bruten oder Rassen eine erworbene oder natürliche (?) Immunität gegen diese Parasiten vorliegt. Eine andere Kategorie von Fällen, bei denen das Experiment der Übertragung misslingt, tritt dann in Erscheinung, wenn die Entwicklung der Parasiten zu stark erfolgt. Die Mücke kann dann an der Infektion zugrunde gehen. Kurz, es ist ein besonderes Studium notwendig, um alle die Möglichkeiten für das Misslingen der Übertragung zu ermitteln. Hier will ich nur in Kürze den ungestörten Verlauf der Infektion schildern und an einzelnen Stellen andeuten, wo ich Hemmnisse beobachtet habe.

Die erste Vorbedingung für das Gelingen der Mückeninfektion ist natürlich das Vorhandensein der geeigneten, das heisst geschlechtsreifen Stadien im Blut. Man muss also kurz bevor man die Mücke stechen lässt, das Blut des Vogels genau untersuchen, ob sowohl reife Weibchen als Mikrogametocyten vorhanden sind und zwar genügt es nicht, dass man bloss in der feuchten Kammer nachsieht, ob Mikrogameten gebildet werden, wie ich anfangs glaubte. Erst die Feststellung gut beweglicher Ookineten in der feuchten Kammer bietet die Gewähr, dass die Entwicklung der

Parasiten im Darm der Mücke in normaler Weise beginnen wird. Die beste Zeit für die Infektion bietet die Morgendämmerung etwa von 4—6 Uhr.

Die Parasiten gelangen nun beim Saugen mit dem Blut durch den Rüssel, Ösophagus, Saugmagen in den Mitteldarm. Hier beginnt die Entwicklung mit der Befruchtung und Ookinetenbildung. Die Umwandlung der Ookineten in die verschiedenen Sorten von Flagellaten kann durch Wärme oder Kälte beschleunigt oder verzögert werden. Während sich bei 26° C. die ersten Trypanosomen schon nach 18—24 Stunden fanden, traten sie bei 8° erst am 5. Tage auf. Man hat an der Farbe der Fäces, wie früher erwähnt wurde, ein ziemlich sicheres Kriterium, wenn man die Mücke töten muss, um die Flagellaten im Darm beweglich zu finden. Wenn der Farbenwechsel von schwarz zu grau eintritt, kann man am ehesten darauf rechnen. Die Schwärm- und Vermehrungsperiode der Trypanosomen erreicht gewöhnlich ihr Ende, kurz bevor die letzten Reste des verdauten Blutes in Form der bekannten schwarzbraunen Körnchen aus dem Mitteldarm entleert werden. Im leeren Darm findet man dann schon alle Stadien im Ruhezustand an oder zwischen den Epithelzellen des Mitteldarms, und zwar wird nach dieser ersten Vermehrungsperiode für die Festheftung der hintere Abschnitt des Magens bis zur Klappe vor den Malpighischen Schläuchen bevorzugt, nur in sehr seltenen Fällen, bei sehr starker Infektion, habe ich grössere Ansammlungen der Trypanosomen schon nach der ersten Nahrungsaufnahme im Halsteil des Mitteldarms gefunden.

Enthält das Blut zu viel Parasiten, so kann die Entwicklung schon nach der Verdauung der ersten Nahrung sistiert werden. Ich habe gefunden, dass in solchen Fällen das Darmepithel derartig dicht mit Parasiten besetzt und durchsetzt war, dass die Mücke wahrscheinlich daran zugrunde ging. Bei der zweiten Fütterung war eine derartige Mücke nicht imstande, das Blut zu verdauen, es wurde unverändert entleert. Die Mücke starb nach zwei Tagen. Ihre Sektion ergab den erwähnten Befund.

Lässt man die Mücke nach der ersten Fütterung hungern, so bleiben, wie früher schon erwähnt wurde, nur die weiblichen Formen an der Darmwand übrig. Will man daher die Parasiten schnell weiter entwickeln, so muss man die Mücke schon füttern, ehe noch der letzte Rest der verdauten Nahrung ausgeschieden ist. Die Ruheperiode der Trypanosomen hört nämlich erst auf, wenn die zweite Nahrung im Magen resorptionsfähig geworden ist, d. h. wenn die Blutkörperchen in den pheripheren Partien des Blutkuchens zerfallen sind. Jetzt beginnt die zweite Periode der Bewegung und Vermehrung; die Parasiten breiten sich im Mitteldarm mit ihrer wachsenden Zahl allmählich nach vorne aus und dringen in den Halsteil vor. Am Ende der zweiten Verdauung setzen sie sich wieder am Darmepithel fest. Am längsten halten sie sich jetzt beweglich in den eingestülpten Krypten des als Vormagen bezeichneten Abschnittes. Dies erklärt sich leicht dadurch, dass an dieser Stelle des Mitteldarms, der einzigen, die nicht resorbierendes Epithel besitzt, die gelöste Nahrung am längsten zu finden ist. Man kann nun feststellen, dass hierher die Parasiten in wachsender Zahl gezogen werden. Die zuerst angelangten heften sich fest. Es würde ihnen dies nicht gelingen, wenn nicht, wie früher erwähnt, gerade die Epithelregeneration um diese Zeit an dieser Stelle einsetzen würde. Die Epithelzellen haben ja bei der zweiten

Nahrungsaufnahme ihre gallertige Kutikula abgestossen und sind nun im Begriff, sie neu zu bilden. Die Trypanosomen können daher in die noch weiche Oberfläche des Epithels mit ihrem Geisselapparat eindringen und sich festheften. Vom Darm drängen aber immer mehr Individuen nach, je spärlicher die Nahrung wird und schieben sich in das Lager der schon dicht gedrängten Trypanosomen ein. Wenn alle Nahrungsreste der zweiten Verdauung aus dem Darm entleert sind, hat sich auf dem eingestülpten Epithel des Vormagens ein ungeheurer Klumpen von Parasiten gesammelt, der aus vielen Schichten von Tausenden reihenförmig angeordneten, parallel gelagerten Ruhestadien der Trypanosomen zusammengesetzt ist. Fig. 14 stellt bei schwacher Vergrösserung einen Schnitt durch diese geschwulstartige Agglomeration der Trypanosomen im Halsteil des Mitteldarms dar.

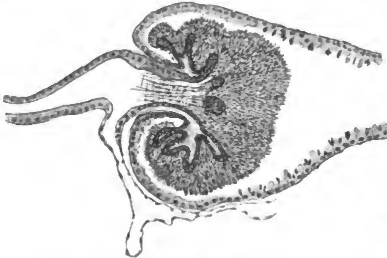


Fig. 14.
Medianer Schnitt durch den Halsteil des Mitteldarms (vgl. Fig. 12) mit der Anhäufung der Trypanosomen.

Die Gallertschicht des Vormagenepithels, in der die ersten Trypanosomen verankert sind, erhärtet allmählich zu einer festen chitinigen Kutikula und wird bei der nächsten Epithelregeneration abgehoben. Wenn man jetzt die Mücke zum dritten mal füttert, so lösen sich bei dem Eintritt des Blutes in den Vormagen die eingestülpten Zotten des Vormagens, indem sie in der früher geschilderten Weise aus dem Mitteldarm ausgestülpt werden, aus dem Klumpen der Parasiten, der durch die Chitinlage an seiner Basis zusammengehalten wird, wie die Finger aus einem Handschuh heraus. Das eindringende Blut schiebt den ganzen zusammengerollten Ballen vor sich her durch den ganzen Mitteldarm und weiter in das Ileum. Infolge der peristaltischen von vorn nach hinten verlaufenden Kontraktionen dieses Darmabschnittes wird der Ballen bis zum Anfangsteil des Kolon befördert; an der Basilischen Kurvatur, der engsten Stelle des Darms, gelangt er erst zur Ruhe. Fig. 15 stellt einen Längsschnitt durch diese Stelle dar und ist wohl ohne weiteres verständlich. Der früher geschilderte Charakter des Epithels im Kolon macht es erklärlich, dass die Parasiten jetzt an dieser infolge der Stauung auch meist etwas lädierten Stelle des Epithels durch die Darmwand dringen können. Sie gelangen nun in den Blutstrom und werden durch das Herz teils nach vorne



Fig. 15.
Medianer Längsschnitt durch die Basilische Kurvatur des Ileum der Mücke mit den darin festsitzenden Ballen der Trypanosomen.

geführt, teils gelangen sie in die Ovarien. War die Ansammlung der Parasiten am Epithel des Vormagens nicht gross, so wird der ganze Ballen entleert. Es bleiben dann im Mitteldarm nur die Parasiten zurück, die in dem Epithel des Mitteldarms selbst sassen, es sind dies meist nur Weibchen. Dieselben können nun wieder ein Recidiv der Krankheit im Mitteldarm erzeugen. Kurz, wenn überhaupt einmal eine Mücke mit Erfolg infiziert ist, so scheint sie die Parasiten auch während ihrer ganzen Lebenszeit zu behalten.

Besprechen wir nun zunächst den weiteren Verlauf der Parasitenwanderung, so werden die Parasiten, welche in das Herz gekommen waren, durch die Aorta direkt bis in das Lakunom, welches das Pumporgan des Pharynx umgibt, geführt. Zwischen Pumporgan und Pharynxklappe gelangen sie erst zur Ruhe; hier ist im Vorderdarm die einzige Stelle, wo das Epithel ungefähr denselben Charakter trägt wie im Kolon, wo ferner die grösste Ruhe herrscht und infolge der Halseinengung eine Stagnation des Blutkreislaufes eintritt. An der Figur 11 ist dieser Sammelpunkt mit Sternchen bezeichnet (Ziffern IV—V). Allmählich vereinigen sich die Trypanosomen, indem sie sich fortwährend vermehren, wieder zu grossen Agglomerationsklumpen; es entsteht wiederum eine geschwulstähnliche Ansammlung rings um diesen Teil des Pharynx. Da die chitinige Wand des Halses dem weiteren Anwachsen des Ballens eine Grenze setzt, so wird schliesslich der Pharynx ganz von den Parasitenhaufen zusammengepresst. Seine Tunica elastico-muscularis, die ja an dieser Stelle schon normaler Weise sehr zart ist, wird an einzelnen Stellen lädiert und damit den Flagellaten die Einwanderung in den Pharynx ermöglicht. Am Ende der dritten Verdauungsperiode der Mücke findet man dann schon das Lumen des Pharynx mit grossen Ballen von Parasiten erfüllt.

Bei der nächsten Nahrungsaufnahme werden mit der Entleerung der Saugreservoire, die in der früher geschilderten Weise erfolgt, auch die den Pharynx verstopfenden Rosetten der agglomerierten Parasiten in das Blut des anderen Wirts entleert.

Die schematische Fig. 11 zeigt in den Pfeilen und Sternen die ganze hier kurz geschilderte Wanderung der Parasiten durch den Körper der Mücke an. Die Entleerung der Parasiten kann im günstigsten Falle erst bei dem vierten Blutsaugen der Mücke erfolgen; es ergibt sich hiernach bei günstigsten Temperaturverhältnissen (26—28° C.) als Gesamtdauer für die Wanderung der Parasiten vom Eintritt in den Mückenkörper bis zum Austritt eine Zeit von 7—8 Tagen, da eine vollgesogene Mücke zur Verdauung der aufgenommenen Nahrung bei dieser Temperatur etwa 2½ Tage braucht.

Der zweite Weg, den die Parasiten nach Durchbruch der Kolon-Wand einschlagen können, führt in die Eierstöcke. Da die Eier beim Durchbruch des Kolons, also beim Beginn der dritten Verdauung meist schon reif sind (sie werden gewöhnlich nach der dritten Verdauung abgelegt), so können die Parasiten diese Brut nicht mehr infizieren, wie ich in der ausführlichen Arbeit eingehend nachweisen werde. Sie können nämlich nur in die jüngsten Follikeleier eindringen und also erst die nächste Brut infizieren. Bei reichlicher Ernährung der Mücken passiert es nicht selten, dass die Flagellaten

sich in dem Dotter der heranwachsenden Eier noch stark vermehren, ja ich habe Fälle beobachtet, wo das ganze Ovarium von den Flagellaten so dicht erfüllt war, dass es zu einer parasitären Kastration der Mücke kam. Oft aber, bei spärlicher Infektion dringen nur wenige Parasiten ein und gelangen dann unter gewissen Bedingungen als Weibchen im Dotter zur Ruhe. Sie bleiben im Gregarinenzustande im Dotter während der ganzen Entwicklung des Embryos und finden sich dann in demselben Zustande sowohl in dem Darmepithel zwischen den Epithelzellen und der Tunica elastico-muscularis als in der Leibeshöhle der jungen Mücke. Durch die ganze Larven- und Nymphenperiode habe ich sie noch nicht verfolgt. Sobald die neu ausgeschlüpfte infizierte Mücke Blut saugt, gelangen die weiblichen Ruhestadien zur Parthenogenese und überschwemmen wieder den Körper der Mücke mit den Flagellaten-Stadien. Hieraus erklärt es sich, dass die junge Mücke beim ersten Stich noch nicht den Vogel infizieren kann, sondern wie meine Untersuchungen ergeben haben, erst bei der dritten Nahrungsaufnahme. Experimentell erzielt man die Infektion der Tochtergeneration am leichtesten, wenn man die Muttermücke bei den beiden ersten Ernährungsperioden warm hält und sie bei der dritten auf Eis bringt. Die Gründe hierfür sind ja nach den obigen Auseinandersetzungen plausibel. Dasselbe Experiment macht nun auch die Natur beim Übergang des Herbstes zum Winter, daher können die Parasiten in den Ovarien der überwinternden Mücken leben bleiben und die erste Frühjahrsgeneration von Mücken kann schon infiziert sein.

Ob auch die überwinternde alte Mücke imstande ist, die Infektion durch Stiche zu vermitteln oder nur in den Ovarien sich die Parasiten lebend erhalten, darüber sind meine Experimente noch nicht abgeschlossen. Näher komme ich auf diese Fragen, die, wie wir sehen werden auf das engste mit dem Malariaproblem zusammenhängen in der ausführlichen Arbeit zurück. Erwähnt sei hier nur vorläufig, dass ich auch bei der Entwicklung der Tertianparasiten *(Plasmodium vivax)* entgegen meiner bisherigen Vermutung die Überzeugung gewonnen habe, dass die Vererbung im Anopheles dort unter ähnlichen Bedingungen in entsprechender Weise stattfinden kann. Wir werden aber sehen, dass darum unsere jetzigen epidemiologischen Vorstellungen nur wenig alteriert werden. Bei meinen weiteren Malariastudien hoffe ich näher auf dieses Problem zurückzukommen.

Sowohl bei den Malariaparasiten, als bei der *Halteridium*-Infektion scheint mir aber der Prozentsatz der Mücken, bei denen die Parasiten vererbt werden, ein ausserordentlich geringer zu sein. In der Natur dürfte dieser Weg der Verbreitung der Parasiten nur bei der Überwinterung des Wirts eine Rolle spielen und zwar noch seltener eingeschlagen werden, als bei der Verbreitung der Parasiten vermittels der Rizidive nach langen Intervallen bei der Überwinterung des warmblütigen Wirts. Bei den Formen, welche den Wirtswechsel im Verlauf ihrer Stammgeschichte eingebüsst haben, wie bei den Flagellaten der Stubenfliege ist, wie Prowazek demnächst nachweisen wird, die Vererbung ein ebenso häufiger Weg der Parasitenverbreitung wie die direkte Übertragung. Dasselbe werde ich aber auch bei den Blutparasiten der Eidechse *(Karyolysus)*, die Wirtswechsel bei einer Milbe haben, nachweisen. Hier ist auch die direkte Übertragung und die durch Vererbung in gleicher Weise ausgebildet. Beim

Texasfieber scheint endlich nur noch der zweite Weg, durch Vererbung, die Infektion zu vermitteln (?).

Da bei den *Halteridium*-Trypanosomen, wie wir früher erfahren haben in jeder Vermehrungsperiode die gleichen Formen der Flagellaten vorhanden sind, kann man die Halteridium-Infektion der Eule auch auf künstlichem Wege mit allen Stadien der Mückeninfektion erzielen. Ich habe sowohl mit den Flagellaten der ersten Vermehrungsperiode in der Mücke als denen der Ovarien die Eulen in der Weise mit Halteridien infiziert, dass ich eine Aufschwemmung der Parasiten in Kochsalzlösung mit der Pravazspritze injizierte. Ebenso gelingt natürlich auch die Übertragung der Parasiten von einer Eule zur andern vermittels Einimpfung des parasitenhaltigen Bluts, was ja schon lange bekannt ist. Meine Untersuchungen über die Inkubationsdauer der Infektion bei der Eule sind noch nicht abgeschlossen. Erwähnt sei nur, dass die Parasiten bei jungen Eulen schneller im peripheren Blut auftauchen, schon am zweiten Tage nach der Infektion habe ich die indifferenten Trypanosomen in peripheren Blut gefunden; ferner scheint die einmalige Überstehung der Krankheit dem Vogel Immunität zu verleihen. Meine Versuche genügen aber noch nicht, um diese Fragen sicher zu entscheiden.

II. Der Zeugungskreis von *Spirochaete ziemanni* (Laveran).

Die Entwicklungsgeschichte der Leucocytozoen Danilewskys ist in ihren Hauptzügen der von *Halteridium* so ähnlich, dass ich in dieser vorläufigen Mitteilung hauptsächlich nur die Unterschiede in der Morphologie der einzelnen Stadien von *Spirochaete* gegenüber denen des vorher geschilderten *Trypanosoma* andeuten will. Ein Hauptunterschied gegenüber *Trypanosoma* findet sich in den Kernverhältnissen. Während dort die Normalzahl der Chromosomen 8 betrug, sind hier 16 vorhanden. Der Dimorphismus der Kerne, d. h. die Ausbildung eines Blepharoplastes neben dem Kern stimmt bei beiden Formen überein.

Die weiblichen und männlichen Leucocytozoen im Blut der Eule sind schon von Ziemann gut beschrieben, dieser Autor hat auch bereits die Bildung der Mikrogameten aus den Mikrogametozyten gesehen. Laveran hat in jüngster Zeit diese Beobachtungen fortgesetzt und erkannt, dass das Verhalten der beiden Formen nach ihrem Austritt aus dem Körper des Vogels ganz dem von *Plasmodium*, *Halteridium* und *Proteosoma* entspricht. Das heisst, er konstatierte dieselben geschlechtlichen Vorgänge wie dort und stellte deshalb die Parasiten zu der Gattung *Haemamöba* (synonym zu *Plasmodium*), indem er ihnen den Speziesnamen *Ziemanni* erteilte. Wie in der feuchten Kammer erfolgt nun auch im Mitteldarm von *Culex pipiens*, der die Rolle des Überträgers spielt, die Reifung der Makrogameten, die Bildung der Mikrogameten aus dem Mikrogametocyten und die Befruchtung der ersteren durch einen der letzteren. Es entsteht genau so wie bei *Plasmodium*, *Proteosoma* und *Halteridium* ein grosser Ookinet.

Fig. 16 a stellt einen Ookineten von *Spirochaete* in einem Stadium dar, das dem entspricht, von welchem wir bei der Schilderung des Zeugungskreises von *Trypanosoma noctuae* ausgingen. Der Kern enthält im Zentrum das Karyosom, das

aus dem Zentrosom und 16 Chromosomen gebildet wird, während in dem peripheren Teil die 16 Kern-Chromosomen liegen. Wiederum kann man eine Reihe von verschiedenen Ookineten nach dem Charakter ihres Plasmas und Kerns aufstellen, deren Extreme die Charaktere der indifferenten, weiblichen und männlichen Formen tragen. Die weitere Beobachtung der Ookineten im Darm der Mücke lehrt aber, dass alle diese Stadien zunächst eine gleichartige Entwicklungsperiode durchlaufen. Im Gegensatz zu den *Halteridium*-Ookineten machen nämlich die von *Spirochaete* erst eine Periode des Wachstums durch und vermehren hierbei ihren einheitlich bleibenden Kern.

Genauer kann ich hier auf diese Vorgänge nicht eingehen, ohne eine grosse Reihe von Figuren. Es zeigt sich, dass das Wachstum hauptsächlich in der Längs-

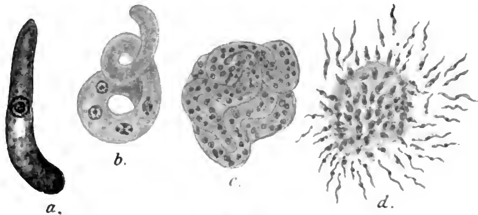


Fig. 16.
Schematische Darstellung des Wachstums eines indifferenten Ookineten von *Spirochaete ziemanni* und der Ausbildung der indifferenten Trypanosomen-Stadien aus demselben.

achse des Ookineten erfolgt (Fig. 16 b), dieser krümmt und rollt sich dabei zu einem komplizierten Knäuel zusammen (Fig. 16 c). Bei der Kernvermehrung, die der Sporoblastenbildung der Malariaparasiten entspricht, funktioniert der innere Kern (das Karyosom), der später zum Blepharoplasten wird, als Zentralspindel (Fig. 16 b). Die Kernvermehrung erinnert an die der Coccidien und gleicht vollständig der Mitose bei den Reifungs-Teilungen der Makrogametenkerne des *Halteridium*. Die Zahl der schliesslich in dem Knäuel vorhandenen gleichartigen Kerne ist wechselnd bei den verschiedenen Sorten von Ookineten. Fig. 16 c stellt als Beispiel einen indifferenten Ookineten dar. Jeder dieser kleinen Kerne umgibt sich mit einer dichten Plasmazone. Diese kleinen Zellterritorien entwickeln sich nun in derselben Weise zu Trypanosomen wie der ganze Ookinet bei *Halteridium* und zwar je nach dem Charakter des ursprünglichen Ookineten zu indifferenten Formen, weiblichen oder männlichen. Genau so wie bei Halteridium wird eine heteropole Spindel gebildet, der Blepharoplast liefert dann bei den indifferenten Formen sofort den Geisselapparat, oder er vermehrt sich bei den Weibchen zu den abortiven männlichen Kernen und bei den Männchen zu den sich weiter entwickelnden männlichen Kernen usw.

Fig. 16 d stellt das Ausschwärmen der indifferenten Flagellaten dar, es bleibt

ein grosser Restkörper zurück. In entsprechender Weise erfolgt das Ausschwärmen der weiblichen und männlichen Formen, deren Unterschiede im allgemeinen denen bei *Trypanosoma noctuae* entsprechen. Alle 3 Arten von Flagellaten sind aber hier ausserordentlich klein, sodass man nicht alle morphologischen Details bei ihnen so leicht wie dort feststellen kann. Diese kleinen Trypanosomen strecken sich bald nach ihrer Loslösung von dem Restkörper sehr in die Länge und entwickeln sich zu der typischen *Spirochaete*, indem sie sich um die Längsachse ihres bandförmigen Körpers spiralig einrollen.

Die indifferenten Formen vermehren sich fortgesetzt durch Längsteilung; ebenso wie bei *Trypanosoma noctuae* wechseln Bewegungs- und Ruheperioden ab. Fig. 17 a stellt eine indifferente Spirochaete bei sehr starker Vergrösserung dar. Man erkennt alle für das Schema eines *Trypanosoma* charakteristischen Eigentümlichkeiten, Kern, Blepharoplast, undulierende Membran und ihre Fortsetzung als Geissel. Die weiblichen Formen sind grösser, ihr Plasma ist dunkler, der Kern und Blepharoplast relativ klein, der Rand der undulierenden Membran setzt sich nicht als freie Geissel fort. Die Männchen sind so klein, dass man sie kaum erkennen kann (Fig. 17 k). Die Bewegung erfolgt ebenso wie bei den anderen Trypanosomen meist mit dem Geisselende voran.

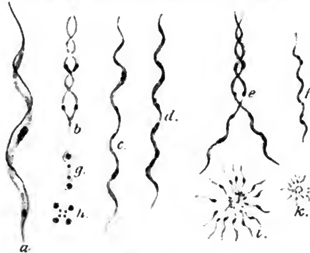


Fig. 17 a—k.
Verschiedene Stadien der indifferenten Spirochaeten aus dem Körper der Mücke.
a: Einzeltier bei starker Vergrösserung,
b: Teilungsstadium,
c: zwei mit den Hinterenden nach der Teilung verbunden gebliebene Tiere (eigentliches Spirochaete-Stadium),
d: ähnliches Stadium wie c, aber beide Tiere im Beginn der Teilung (Kern und Blepharoplast geteilt),
e: auf d folgendes Stadium der Teilung,
f: kleinere Spirochaete,
g: Ruhestadium einer solchen,
h: Ruhestadium eines Zustandes wie Fig. e,
i: Agglomeration von indifferenten Spirochaeten mit den Hinterenden,
k: Agglomeration von viel kleineren Individuen.

Bei *Spirochaete* ist es aber bekannt, dass sie sich sowohl vorwärts als rückwärts in schraubender Weise bewegen kann. Derartige Stadien finden wir nun bei unserer Form auch und zwar in allen Vermehrungsperioden; sie werden von Doppeltieren dargestellt, die mit ihren Hinterenden verbunden sind und sich so vor- und rückwärts bewegen können. Im Gegensatz zu *Trypanosoma noctuae* haben die indifferenten Formen von *Spirochaete* nämlich die Eigentümlichkeit, dass die durch Längsteilung entstehenden beiden Tochterindividuen an ihren Hinterenden solange verbunden bleiben, bis jedes derselben sich wieder geteilt hat. Die Figuren 17 c—f dürften wohl vorläufig genügen, um diese charakteristische Eigentümlichkeit der Gattung *Spirochaete*, gegenüber *Trypanosoma* verständlicher zu machen.

Noch einen zweiten charakteristischen Unterschied der Spirochaeten gegenüber

den *Halteridium*-Trypanosomen der Eule muss ich hier hervorheben. Während die Halteridium-Flagellaten vor dem zugrunde gehen mit den Vorderenden agglomerieren, findet die Agglutination der Eulen-Spirochaeten, wie bei den Säugetiertrypanosomen nach Laveran und Mesnil, stets mit den Hinterenden statt. Fig. 17 i und k stellen derartige Agglutinationsrosetten von *Spirochaete ziemanni* dar. Die Doppelindividuen agglomerieren zu unregelmässigen Knäueln, eine Erscheinung, die man schon von den Rekurrens-Spirochaeten lange kennt. Hier sei gleich erwähnt, dass ich zum Vergleich auch die *Spirochaete obermeieri* und die Sacharoffsche Gänsespirochaete untersucht habe und dass ich feststellen konnte, dass beide Formen in den Grundzügen ihrer Morphologie (Kernverhältnisse, Geisselapparat usw.) vollkommen mit der *Spirochaete ziemanni* übereinstimmen. In der ausführlichen Arbeit werde ich dies eingehend nachweisen. Um die Speziesdifferenzen der 3 Arten festzustellen, muss man aber erst ihre Entwicklungsgeschichte studieren.

Infolge lebhafter Vermehrung werden die indifferenten Spirochaeten im Darm der Mücke ganz ausserordentlich klein; ja ich habe Formen gefunden, die so unmessbar dünn wurden, dass sie nur noch an der Bewegung oder in agglutinierten Anhäufungen erkannt werden, aber sich als Einzelindividuen optisch nicht mehr auflösen lassen. Nach meinen Berechnungen würden derartige Formen wohl durch einen Chamberland-Filter hindurchgehen. Ich kam auf Grund dieser Studien zu der Vorstellung, dass es wohl parasitische Protozoen geben kann, die in einem Zustand optisch nicht mehr nachweisbar sind, während sie in anderen Entwicklungsstadien grosse leicht erkennbare Gebilde darstellen. Ich halte es daher jetzt nicht mehr für beweisend gegen die Protozoennatur eines Krankheitserregers, wenn er durch unsere feinsten Filterapparate hindurchgeht.

Das Ausschwärmen der Spirochaeten aus den Ookineten-Knäueln findet am Ende der ersten Verdauungsperiode der Mücke statt. Während die Trypanosomen des *Halteridium* sich an dem Epithel des Mitteldarms festsetzen, wandern die Spirochaeten der Leucocytozoen in die Malpighischen Schläuche, vermehren sich hier und gelangen an und in den Zellen dieser Excretionsorgane zur Ruhe. Bei der zweiten Nahrungsaufnahme setzen sie die Vermehrung fort. Bei der Epithelregeneration der Malpighischen Schläuche werden grosse Ballen von abgestorbenen Zellen mit den Parasiten in den Darm entleert, die wieder an der Basilischen Kurvatur des Colon aufgehalten werden; der weitere Weg der Spirochaeten entspricht genau dem von *Trypanosoma noctuae*. Zweimal habe ich aber die Spirochaeten auch in den Speicheldrüsen gefunden, doch waren die Drüsenzellen in beiden Fällen auch mit Proteosoma-Sporozoiten infiziert, ich glaube also, dass normaler Weise nicht dieser Weg eingeschlagen wird. Auch bei den Spirochaeten findet unter denselben Umständen wie bei Trypanosomen eine Infektion der Eier statt, doch sind meine Untersuchungen über die weitere Entwicklung auf diesem Wege noch nicht abgeschlossen.

Bei der Infektion der Eule, die man sowohl durch den Stich des *Culex* nach der dritten Verdauung als durch Injektion der in Kochsalzlösung zerriebenen infizierten Malpighischen Schläuche vermittels der Pravazspritze erzielen kann, schwankt die Inkubationsperiode in ähnlicher Weise wie bei den *Halteridium*-Trypanosomen. Die

Krankheit beginnt, wie das ja bei der Gänsespirochaete bekannt ist, mit einer enormen Vermehrung der indifferenten Spirochaeten. Erst nach Ablauf des akuten Stadiums treten die Geschlechtsformen in grösserer Menge auf. Während *Trypanosoma noctuae* ein Schmarotzer der roten Blutkörperchen ist, lebt *Spirochaete ziemanni* (und *anserina* nach meinen Untersuchungen auch) auf Kosten von weissen Blutkörperchen. Ich bin zu dem Resultat gekommen, dass ausschliesslich die jungen noch haemoglobinfreien Erythroblasten die Wirtszellen dieser Parasiten darstellen. Die Hauptentwicklung der Parasiten im Körper der Vögel findet dementsprechend in den haematopoëtischen Organen (Knochenmark, Milz usw.) statt.

Wie bei den *Halteridium*-Trypanosomen wechseln auch bei den Spirochaeten Ruhe und Bewegungsperioden ab. Während der ersteren erfolgt das Wachstum, während der letzteren die Vermehrung. Die indifferenten Stadien entsprechen in ihrer Morphologie und Entwicklung ganz den Spirochaeten, die in den Malpighischen Schläuchen der Mücke gefunden werden (Fig. 17). In ihren Bewegungs- und Teilungsperioden findet man sie bald im peripheren Blut, bald nur in den inneren Organen. Zur Ruhe setzen sie sich an den Erythroblasten in den inneren Organen fest und zwar erfolgt die Festheftung im Gegensatz zu *Trypanosoma noctuae* mit dem Hinterende.

Die Geschlechtsformen weichen vor allem durch ihr ausserordentliches Wachstum von den indifferenten Stadien, aus deren Reihen sie gebildet werden, ab. Prinzipielle Unterschiede gegenüber den Halteridium-Trypanosomen habe ich auch bei ihrer Entwicklungsgeschichte nicht beobachtet. Die Flagellaten, die viel grösser wie ihre Wirtszellen werden, sind nicht mehr imstande, in dieselben einzudringen, sondern sie nehmen die ganzen Erythroblasten, wenn sie in das Ruhestadium übergehen, in ihren Körper auf, indem sie ihn an ihrem Hinterende befestigen und in das Plasma hineinziehen. Hierbei wird er an der Grenze von Ectoplasma und Entoplasma in Gestalt eines langgestreckten hantelförmigen Körpers abgelagert, sein Plasma wird verdaut, während der Kern beim Übergang zu der nächsten Schwärmperiode wieder ausgestossen wird.

Fig. 18 a stellt einen erwachsenen Makrogameten im beweglichen Zustande dar. Man bemerkt das an Reservestoffen reiche Entoplasma, den relativ kleinen Kern und kleinen Blepharoplast. Der Körper ist bandförmig abgeplattet; den rechten Seitenrand bildet die undulierende Membran, die sich beim Weibchen nicht als Geissel fortsetzt. Die Myoneme des Periplasten finden sich entsprechend der Chromosomenzahl von 16 auf jeder Körperseite in der Achtzahl. Fig. 18 b gibt eine Vorstellung von der spiraligen Drehung des Körpers während der Bewegung; das Stadium ist gerade im Begriff, in den Ruhezustand überzugehen, es hat sich mit seinem Hinterende an einem Erythroblasten befestigt. Fig. 18 c stellt das Ruhestadium dar, der Periplast verwandelt sich in die Schutzhülle des Tieres, er geht vor der nächsten Bewegungsperiode zugrunde, es bleibt vom ganzen Geisselapparat nur der Blepharoplast übrig, der während der Ruheperiode dicht an den Kern herangerückt ist; er bildet im nächsten Schwärmstadium in der bekannten Weise den ganzen Geisselapparat neu. Rechts bemerkt man an der Grenze des an Reservestoffen reichen Entoplasmas den langgestreckten Kern des aufgenommenen Erythroblasten. Diese fertigen Formen

findet man dann im peripheren Blut. Bei der Reifung und Befruchtung der Makrogameten nach dem Austritt aus dem Körper des Vogels wird die ectoplasmatische Hülle mit dem Rest des Erythroblasten ebenso abgestreift wie bei dem Übergang in das Trypanosomen-Stadium. Die Parthenogenese der weiblichen Formen erfolgt in ähnlicher Weise wie bei den Halteridien und führt die Recidive herbei, auch findet sich hier entsprechend der multiplen Vermehrung nach der Befruchtung ebenfalls ein Zerfall in viele Teilungsstadien.

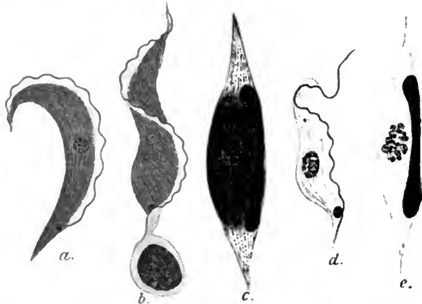


Fig. 18 a—e.
Bewegungs- und Ruhestadien der erwachsenen Makrogameten und Mikrogametocyten von Spirochaete.
a—c Makrogameten. d, e Mikrogametocyten.

Der Mikrogametocyt in Bewegung ist in Fig. 18 d dargestellt. Er ist kleiner als das Weibchen, sein Entoplasma ist hell und frei von Reservestoffen, Kern und Blepharoplast sind relativ grösser, die undulierende Membran ist kräftiger ausgebildet, ihr verdickter Rand setzt sich als freie Geissel über das Vorderende fort. Die Myoneme sind paarweise gruppiert, je 4 Doppelmyoneme, also in Summa wieder 16 finden sich auf jeder Seite.

Fig. 18 e stellt das entsprechende Ruhestadium dar; ebenso wie bei *Trypanosoma noctuae* findet auch hier schon frühzeitig die Kernvermehrung zur Mikrogametenbildung statt. Die Chromosomenzahl der 8 Kerne wird hierbei in derselben Weise von 16 auf 8 reduziert.

Auch die Bildung der Mikrogameten (Fig. 19) weicht nur in untergeordneten Kleinigkeiten von der des Halteridium ab. Die fertigen Mikrogameten sind nach demselben Plane gebaut, sie stellen kleine Trypanosomen oder Spirochaeten dar. Die Reifung und Befruchtung der Makrogameten (Fig. 20) ist ebenfalls bis auf die Unterschiede in der Chromosomenzahl übereinstimmend. Mit der Bildung des Ookineten ist der Zeugungskreis der *Spirochaete ziemanni* geschlossen.

Aufgabe der weiteren Forschung über diese Gruppe von Blutparasiten wird es

nun zunächst sein, die Entwicklungsgeschichte der nächstverwandten Formen der Menschen und der Vögel festzustellen. Die Entwicklung im Blut des warmblütigen Wirts erfolgt nach meinen Beobachtungen bei der *Spirochaete anserina* in derselben Weise wie bei der *S. noctuae.* Es gilt also zunächst experimentell auch beim Rekurrens-Fieber den zweiten Wirt ausfindig zu machen. Leider habe ich selbst



Fig. 19.
Bildung der Mikrogameten aus dem Mikrogametocyten von *Spirochaete*; der Restkörper zerfällt bei dieser Art hierbei meist in 2—3 Teile, rechts sieht man die zugrundegehende ectoplasmatische Hülle mit dem Rest der Nährzelle.

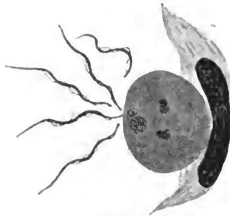


Fig. 20.
Befruchtung des Makrogameten von *Spirochaete* durch den Mikrogameten. Im Ectoplasma bemerkt man den weiblichen reduzierten Doppelkern (Kern und Blepharoplast mit je 8 Chromosomen); rechts die beiden Reduktionskörper. Die zugrunde gehende Ectoplasmahülle mit dem Rest der Nahrzelle liegt rechts.

hierzu nicht die Gelegenheit, da mir das Material fehlt; ich würde aber empfehlen, zunächst mit Wanzen die Experimente zu beginnen und dann erst zu anderen blutsaugenden Insekten überzugehen.

Meine Beobachtungen über das Kleinerwerden der Spirochaeten bei ihrer Vermehrung bringen mich zu der Vermutung, dass auch beim gelben Fieber Spirochaeten die Erreger sein könnten. Da hier der Zwischenwirt bekannt ist, müsste man zunächst besonders genau die Malpighischen Gefässe untersuchen und sehen, ob man bei der infizierten Mücke hier nicht Abweichungen vom normalen Bau der Epithelzellen findet. Sollten die Parasiten hier so klein sein, dass man sie als Einzelindividuen nicht mehr erkennen kann, so wäre es vielleicht möglich, sie zur Agglutination zu bringen (nach Analogie der Vogelspirochaeten würde man zunächst versuchen, die Mücken nach einer reichlichen Ernährung hungern zu lassen usw.) und so optisch wahrnehmbar zu machen. Vielleicht werden aber im Blut des kranken Menschen auch gewisse Stadien gebildet (die Gameten), die man, wie bei dem Rekurrens-Fieber, nur nicht als Parasiten erkannt hat. Jedenfalls möchte ich hier anregen, von den Gesichtspunkten, die meine Befunde ergeben, an die Erforschung des gelben Fiebers heranzutreten[1]).

[1]) Das von Parker, Beyer und Pothier (In: Rep. Yellow Fever Inst. Bull. No. 13, 1903) beschriebene *Myxococcidium stegomyiae* halte ich für einen ähnlichen Sprosspilz, wie ich ihn bei

Dasselbe gilt natürlich auch für die bekannten Trypanosomenkrankheiten der Säugetiere. Ferner finde ich bei den beiden hier geschilderten Blutparasiten soviele Beziehungen zu den Malariaparasiten, dass ich meine Untersuchungen über dieselben, die ich dem Abschluss nahe glaubte, wieder unter den neuen Gesichtspunkten beginnen musste; ich werde später Gelegenheit haben, hierüber zu berichten. Hier sei nur erwähnt, dass ich die Überzeugung gewonnen habe, dass die Gattung *Plasmodium* in ihrer Stammesgeschichte von Formen ausgegangen ist, die den hier geschilderten Trypanosomen sehr nahe stehen, am nächsten der *Spirochaete*. Ich habe bis jetzt bewegliche, nach dem Bauplan der Trypanosomen entwickelte Stadien bereits an zwei Stellen des Entwicklungszyklus der Tertianparasiten gefunden, bei den Sporozoiten und Merozoiten. Ich hoffe nachweisen zu können, dass die Oocysten von *Plasmodium* ähnlich gebaut sind wie die Knäuel von *Spirochaete*, die sich aus den Ookineten entwickeln, dass die Sporozoiten nicht alle gleich sind, sondern dass man auch weibliche und indifferente unterscheiden kann, während die männlichen schon in der Oocyste zugrunde gehen. Die weiblichen sind nicht mehr imstande, sich in Trypanosomen zu verwandeln, es sind das die Formen, bei welchen ich die gregarinenartige Bewegung und das Eindringen in die Blutkörper beschrieben habe, die indifferenten, lebhaft beweglichen stellen echte Trypanosomen dar mit allen ihren Eigentümlichkeiten wie Blepharoplast, undulierender Membran usw. Diese Formen dringen nicht in Blutkörper ein, sondern heften sich nur an im Ruhestadium. Ich komme so zu einer teilweisen Bestätigung der Befunde Argutinskis. Er sowohl als ich haben unsere einseitigen Befunde vorschnell verallgemeinert. Denselben dreifachen Entwicklungsgang nehmen nun auch die Merozoiten; auch hier finde ich jetzt die trypanosomenähnlichen Stadien, es sind dies die Formen, welche Friedrich Plehn schon richtig beobachtet hat. In meiner Tertianaarbeit konnte ich diese Befunde nicht deuten, jetzt kann ich sie sogar bestätigen. Ferner habe ich bereits angedeutet, dass mir auch die Umwandlung der Makrogameten vor deu Rezidiven mit der Parthenogenese der hier geschilderten Trypanosomen übereinzustimmen scheint und endlich wurde auch schon erwähnt, dass ich die Vererbbarkeit der Malariaparasiten bei den Mücken in einem Falle festgestellt habe. Alle die Untersuchungen sind aber noch weit von ihrem Abschluss entfernt, die Kleinheit des Objekts und die technischen Schwierigkeiten bilden grosse Hindernisse bei der Erforschung dieser Organismen.

Meine phylogenetischen Vorstellungen, die ich bisher aus dem vergleichenden Studium der verschiedenen einzelligen Blutparasiten gewonnen habe, kann ich ausführlich erst darlegen, wenn ich die Resultate meiner Untersuchungen über *Karyolysus lacertae* werde mitgeteilt haben, und die ausführlichere Arbeit von v. Prowazek über die *Herpetomonas muscae-domesticae* vorliegt. Hier kann ich nur kurze Andeutungen geben. Ich leite alle Haemosporidien, wie die meisten neueren Untersucher, von

---

allen stechenden Dipteren, die ich untersucht habe, im Darm und in den Ösophagusdivertikeln finde. Ihre Fig. 15 zeigt mit grosser Deutlichkeit die *Apiculatus*-Hefe in Knospung. Ich glaube nicht, dass diese Parasiten etwas mit dem gelben Fieber zu tun haben, sondern die *Stegomyia* wird wie die anderen Culiciden auch ihren spezifischen kommensalen Sprosspilz haben, dessen bisher unbekannte Entwicklungsstadien diese Autoren beschrieben haben dürften.

Flagellaten ab und komme dabei zu der Konstruktion eines Urschemas, dass bei dem heutigen Stand unserer Kenntnisse der Gattung *Trypanoplasma* von Laveran und Mesnil am nächsten steht. Der spindelförmige Körper meines Urhaemoflagellaten besteht aus Ektoplasma und Entoplasma; ersteres dient zur Lokomotion und Nahrungsaufnahme, letzteres zur Resorption der Nahrung. Jeder Teil hat sein als Kern ausgebildetes Zentralorgan; beide Kerne sind noch gleichwertig. Der lokomotorische Kern produziert den lokomotorischen Apparat in Gestalt von zwei gleichen Geisseln mit undulierenden Membranen; entwicklungsgeschichtlich entsteht der lokomotorische Apparat (Geissel, undulierende Membran und Myoneme) aus einer gleichpoligen Kernspindel, die von einem Tochterkern des lokomotorischen Kerns herrührt. Bei *Trypanosoma noctuae* ist die Spindel heteropol geworden und das eine Ende ist zur Geissel umgebildet, ich bezeichne dieses als das phylogenetisch vordere, die hintere Geissel ist also zurückgebildet, das Tier schwimmt mit dem Vorderende voran, die Agglutination der Formen und die Festheftung im Ruhezustande erfolgt mit den Vorderenden. Bei *Spirochaete noctuae* ist der entgegengesetzte Pol zurückgebildet, die hintere Geissel ist ausgebildet, das Tier schwimmt mit dem phylogenetisch hinteren Ende voran. Die Agglutination und Festheftung im Ruhestadium erfolgt mit den phylogenetisch vorderen geissellosen Enden, die jetzt bei der Bewegung die hinteren sind. Eine interessante Mittelform zwischen der hypothetischen Urform und der *Spirochaete* stellt ein Flagellat dar, den Poche bei einer Siphonophore entdeckt aber nicht richtig beschrieben hat. Nach neuen Untersuchungen des Herrn cand. Keysselitz[1]), die derselbe hier in Rovigno auf meine Anregung gemacht hat, stellt diese Form den Typus einer neuen Gattung dar, die er *Trypanophis* nennt; der Kern und Blepharoblast sind noch fast gleich stark entwickelt wie bei *Trypanoplasma*, aber eine Geissel (und zwar die vordere) ist schon zu einem winzig kleinen Anhang reduziert, während die andere als Randleiste einer mächtigen undulierenden Membran entwickelt ist.

Da die bekannten Trypanosomen der Säugetiere mit den geissellosen Enden agglutinieren, dürften sie nähere Beziehungen zu den Spirochaeten haben.

Herpetomonas hat nach v. Prowazeks Untersuchungen zwei verschmolzene Geisseln am Vorderende, diese Form dürfte aus der Urform durch Knickung der Geisselspindel und Vereinigung der gleichentwickelten Pole entstanden sein (vergl. die folgende Mitteilung v. Prowazeks).

Die Namengebung der Gattungen (oder höheren Gruppen?) der flagellaten Blutparasiten nach den zoologischen Nomenklaturregeln kann erst erfolgen, wenn man die Typen der betreffenden Gattungen bezüglich ihrer Morphologie und Entwicklungsgeschichte genauer studiert haben wird.

Typus von *Trypanosoma* ist der Froschparasit *Trypanosoma sanguinis*, aufgestellt 1844 von Gruby[2]). Es handelt sich zunächst darum, festzustellen, mit welchem Pol die Festsetzung dieses Organismus erfolgt, ist es der geisseltragende Pol, dann

[1]) Die Arbeit wird im Arch. f. Protistenkunde Bd. III, Heft 3 erscheinen.

[2]) In: Ann. Sci. nat. III. sér. v. 1 S. 105.

hatte ich Recht, wenn ich die Halteridium-Flagellaten zu *Trypanosoma* stellte. Noch schwieriger wird die Feststellung der Entwicklung bei dem Typus von *Spirochaete*, der alten Ehrenbergschen *S. plicatilis*, die im Jahre 1838 entdeckt wurde, sein. Solange diese Feststellungen nicht gemacht sind, kann man aber meines Erachtens die Ordnung auf historischer Grundlage nicht herstellen. Es steht zurzeit in dem Belieben des einzelnen Untersuchers, was er als *Spirochaete* nnd *Trypanosoma* bezeichnen will. Ich habe für die Formen, die sich mit dem Geisselpol festsetzen, *Trypanosoma* gewählt, für die, welche sich mit dem geissellosen Ende festheften, *Spirochaete*.

Rovigno, den 15. Oktober 1903.

Nachtrag.

Nach Fertigstellung des Manuskriptes zu vorstehender Arbeit hatte ich Gelegenheit, in Berlin mit den Herren Reg.-Rat H. Kossel und Stabsarzt Dr. Weber über die Piroplasmose des Rindes und Hundes zu sprechen. Dabei erinnerten sich die Herren eines Befundes, welchen Stabsarzt Dr. Weber im August 1900 bei einer an Hämoglobinurie leidenden Kuh erhoben hatte, welcher aber trotz darauf gerichteter Aufmerksamkeit später niemals wieder beobachtet wurde. Es handelte sich um Blutpräparate, welche von einer Kuh etwa zwei Stunden vor dem Tode aus dem Ohrvenenblut hergestellt waren.

Von besonderer Wichtigkeit im Hinblick auf die oben geschilderten Erfahrungen bei Halteridium erscheint der damals nicht gewürdigte Umstand, dass die Präparate am späten Nachmittag angefertigt waren. Ausserdem befand sich die Kuh in einem Stall, in welchen nur beim Öffnen der Tür Licht in geringer Menge eindringen konnte.

Über diesen Befund hatte damals Stabsarzt Weber folgendermassen berichtet: „Es gelang mir in dem Blute dieser Kuh neben typischen Texasfieberparasiten Parasiten von Trypanosomenform zu finden, wie sie bisher noch nicht bei Texasfieber beobachtet worden und die auch bedeutend kleiner als die bei der Surrakrankheit beschriebenen Trypanosomen sind. Die weitere Untersuchung muss lehren, ob es sich um eine besondere Entwicklungsform des Texasfieberparasiten handelt, oder um eine zufällige Infektion mit einem zweiten Parasiten anderer Art."

Da Präparate von diesem Fall noch vorhanden waren, so konnte die Morphologie dieser Trypanosomen mit denen der Piroplasmen verglichen werden. Es zeigte sich, dass sie in Grösse, Habitus der Plasma- und Kernverhältnisse wohl zu der Annahme berechtigten, dass sie vielleicht als ähnliche Stadien in den Zeugungskreis der Piroplasmen gehören, wie die Trypanosomen des Halteridium in den Entwicklungskreislauf dieses Blutparasiten. Trotz des Alters der Präparate liess sich Kern und Blepharoplast bei den Trypanosomenstadien noch deutlich unterscheiden. Denselben Dimorphismus der Kernverhältnisse haben wir seither auch bei den bekannten auf den Blutkörperchen schmarotzenden Stadien des Piroplasma der Hunde nachgewiesen. Reg.-Rat Kossel

hatte ferner infolge seiner Studien bei den letzteren den Eindruck gewonnen, dass die Vermehrung der birnförmigen Stadien durch Längsteilung erfolgt.

Diese Befunde boten nun die Veranlassung, alte Ausstriche aus dem Inhalt der Darmschläuche von Zecken neu zu färben und zu untersuchen. Die Ausstriche waren im Jahre 1899 in Finland angefertigt (vgl. Kossel und Weber, Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte Bd. XVII, S. 460) und zwar aus dem Darminhalt von Zecken, welche auf hämoglobinuriekranken Rindern gesessen hatten. Auch in diesen Ausstrichpräparaten fanden sich trypanosomenähnliche Stadien, wie in den oben erwähnten Präparaten aus dem Blute einer hämoglobinuriekranken Kuh.

Hiernach glaube ich mich in Übereinstimmung mit den Herren Kossel und Weber zu der Aufstellung der Arbeitshypothese berechtigt, dass die Entwicklung der Piroplasmen des Rindes und Hundes in ähnlicher Weise wie die der Halteridien verläuft.

Diese Gedankengänge erhalten eine weitere Stütze durch die Nachricht, dass Theiler bei dem gewöhnlichen Redwater und dem Rhodesian Redwater Fever (African Coast Fever R. Kochs) Spirochaeten und Trypanosomen gefunden hat (vergl. Fortschritte der Veterinärhygiene 1903 Heft 4 und Lignières in: Arch. Parasit. Vol. VII, p. 406).

Die Entwicklung von *Herpetomonas*,

einem mit den Trypanosomen verwandten Flagellaten.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von

S. Prowazek (Rovigno).

(Mit 7 Textfiguren.)

Eine genauere Untersuchung der von Burnett in der Stubenfliege entdeckten *Herpetomonas muscae-domesticae* Burnett und einer neuen sehr nahe verwandten Spezies aus *Sarcophaga* Meg. der Fleischfliege (sp. *S. haemorrhoidalis* Fall.), die ich *Herpetomonas sarcophagae* n. sp. nennen will, führte zu dem Resultat, dass diese Formen mit den Trypanosomen sehr nahe verwandt sind und dass sie, ohne dabei allerdings einige primäre, wichtige Charaktere einzubüssen, den Abschluss einer komplizierten, phylogenetischen Reihe, deren Seitenglieder auch die Trypanosomen sind, bilden.

Diese Tatsache stimmt insofern mit der stammesgeschichtlichen Entwicklung der Fliegen überein, als diese von blutsaugenden Zweiflüglern, deren Parasiten ihren Entwicklungszyklus mindestens noch auf einen Zwischenwirt verteilt haben, abzuleiten sind.

Nach den Untersuchungen von Fr. Brauer[1]) treten zuerst mesozoisch die orthorrhaphen Nemoceren u. z. die Mücken, Culiciden, Psychodiden, im älteren Tertiär die brachyceren Orthorrhaphen, die Leptiden, Tabaniden und Stratiomyiden auf und erst zuletzt stellen sich die Eumyiden (Muscarien) ein.

In diesem Sinne beansprucht auch die Beobachtung, dass sowohl die Rattentrypanosomen als auch die Naganaparasiten in dem Darmkanal der Stubenfliegen nicht sofort absterben, sondern noch eine Zeitlang weiterleben, ja sogar durch Längsteilung sich weiter vermehren, ein gewisses Interesse und spricht auch für die Möglichkeit, dass verschiedene Fliegen gelegentliche passive Überträger der Bluttrypanosomen sein können[2]).

Bevor in dieser vorläufigen Mitteilung in Kürze die Biologie der Flagellaten besprochen wird, soll zum näheren Verständnis des Vorkommens der *Herpetomonas*

[1]) Fr. Brauer, Über die Verbindungsglieder zwischen den orthorrhaphen und cyclorrhaphen Dipteren etc. Verhandl. der zool.-bot. Gesellschaft 1890, S. 273.

[2]) In den Stomoxys von Rovigno, die meistens Eselsblut im Darmkanal hatten, fand ich bis jetzt keine Flagellatenparasiten, nur zweimal längliche, cystenartige Körner mit dichtem Protoplasma und undeutlichem länglichem Kern.

eine Schilderung des Darmkanals der Fliege, der mit dem der verwandten Tsetsefliege auch eine gewisse Ähnlichkeit besitzen dürfte, geliefert werden (Fig. 1).

Der Vorderdarm der Fliege besteht aus dem kurzen Pharynx und dem langen, muskulösen stark chitinigen Ösophagus (os), in den mittels eines langen, schmalen Ganges der grosse, mit starken quer anostomosierenden Muskeln versehene Saugmagen (vs) einmündet. In ihm wird ein Teil der Nahrungsmassen zurückbehalten; er ist meist mit einer gelblichen, faulig riechenden Flüssigkeit gefüllt, in der wetzsteinförmige Kristalle und wenige Sprosspilzzellen vorkommen. Auf der Übergangsstelle des Ösophagus in den Magenkanal findet sich der sog. Proventriculus (pv), eine Art von aufgetriebener Ringfalte, die zuerst Weismann als eine Intussuszeption des Vorderdarms in den Mitteldarm auffasste. Gegen ihn verlaufen in der Art einer Coronaria starke Tracheenäste, die sich an seiner kugeligen Oberfläche in weitere (ca. 12) Äste aufteilen. Der Magendarm (v) stellt eine lange gewundene Röhre dar, die in der Mitte etwas verdünnt ist, und wird von hohen, pflasterförmigen, polygonalen Stäbchensaumzellen ausgekleidet. Sie sind gegen die Leibeshöhle zu von einer dünnen Grenzlamelle oder Basalmembran sowie von einer inneren und äusseren Muskellage umhüllt. Das Darmepithel unterliegt einem periodisch erfolgenden Desquamationsprozess, wobei nach Biedermann Verdauungsenzyme frei werden. Die zu desquamierenden Zellen werden aus dem Verbande des Epithels kolbenförmig hervorgepresst und bräunen sich unter dem Einfluss autolytischer Vorgänge. Eine ähnliche Braunfärbung tritt im Herbst zuerst in den Kernen der Speicheldrüsen der absterbenden Fliegen auf, und erfasst in der Folge die gesamten Zellen. Die Nahrung berührt nicht direkt die Darmzellen sondern wird von einer chitinigen, flüssigen, röhrenartigen Membran, die am Proventriculus beginnt und von A. Schneider als Trichter bezeichnet wurde, eingeschlossen. Sie wird stets mit den Fäcesmassen teilweise ausgestossen und wiederum kontinuierlich neugebildet. Morphologisch ist die Grenze des Mitteldarms noch nicht festgestellt, meist verlegt man sie bis zu den sog. Malpighischen Gefässen, die als fadenförmige Ausstülpungen des Proctodeums an-

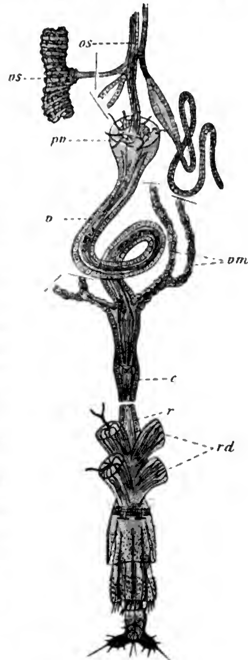


Fig. 1.

gelegt werden (vm). Bei den Fliegen gibt es jederseits zwei sehr lange Malpighische Gefässe, die von einem ziemlich langen kontraktilen, seitlichen Gang des Darmes entspringen. Die grossen, aufgetriebenen Zellen der Gefässe alternieren mit einander und sind teils mit gelblichen harnsäureartigen Konkrementen, teils mit stark lichtbrechenden Körnchen oder Hohlgebilden erfüllt. Der Dünndarm ist kurz und gegen das Kolon (c) durch eine Art von Ringfurche abgesetzt, das Epithel ist hier niedrig und innen stark chitnisiert und gerieft. Den Abschluss des Darmtraktus bildet der Mastdarm (r), der bedeutend erweitert ist und vier fingerhutförmige sog. Rektaldrüsen besitzt (rd), die jedoch nach Weismann und Leydig keine Drüsen sein sollen. Gegen sie verlaufen starke Tracheenbündel; man könnte sie mit gewissen Tracheenkiemen vergleichen, zumal bei einigen Libellenlarven hier gleichfalls lamellöse im Dienste der Atmung stehende Organe vorkommen. Auf Grund von Versuchen mit Lackmuslösungen reagiert der vordere Teil des Darmtraktus, vor allem die vordere Hälfte des Mitteldarmes sauer. Diese Beobachtung, die sich auf eine ganze Reihe von Versuchen unter verschiedenen Ernährungsbedingungen stützt, stimmt mit den neueren Angaben von Biedermann überein.

Im Darm fast aller Fliegen findet man in äusserst wechselnder Menge sprosspilzartige, längliche oder an beiden Enden zugespitzte Zellen, die der Apiculatus-Hefe ähnlich sind und dem Entwicklungszyklus einer Entomophthoree angehören; sie besitzen einen Zellkern und metachromatische Körnchen. Die Teilung erfolgt durch eine asymmetrische Sprossung. Besonders im Herbst sprossen sie zu langen, mit mehreren dichten, länglichen Kernen ausgestatteten Schläuchen aus, die am Ende kolbig angeschwollen sind und hier einen penicilliumartigen Fächer von sich verjüngenden ovoiden Zellen tragen. Auch Azygosporen, die vermutlich am Wege einer Autokopulation entstanden sind, wurden beobachtet.

Biologisch interessant ist noch die Beobachtung, dass die Stubenfliegen an ihren Beinen *Tyroglyphus* Megnin, Bücherskospione (*Chelifer cancroides* nach Richters) verschiedene Milben und Ameisen verschleppen.

Die Entwicklung von *Herpetomonas muscae-domesticae* Burnett.

Dieses Flagellat ist 30—50 μ lang. Der Körper, dessen Habitus am besten von Stein[1]) wiedergegeben wurde, ist länglich, lanzettlich, am Hinterende etwas mehr zugespitzt, und in einigen Fällen leicht tordiert. Der Zellleib ist von einer Art von zarter Pellicula (Periplast.) umgeben, die, sobald die Tiere starkem Druck ausgesetzt werden und das Entoplasma hierbei „heraus"gequetscht wird, als eine zarte, mit Eosin-Azur (nach Giemsa) sich rot färbende Hülle übrigbleibt. Das Protoplasma ist dicht alveolär gebaut und enthält Mikrogranula sowie manchmal grössere Granulationen, die sich nach Giemsa rot-violett färben. Im Vorderende des Tieres nimmt man meist eine Vakuole wahr, die manchmal verschwindet, also offenbar in einem sehr langsamen Turnus pulsiert.

---

[1]) F. Ritter von Stein, Der Organismus der Infusionstiere, Leipzig, Verlag von W. Engelmann 1878; zuletzt bearbeitet von L. Léger, Sur quelques Cercomonadines nouvelles ou peu connues parasites etc. Archiv f. Protistenkunde, II Bd., 2. Heft, 1903, S. 181.

Das Flagellat besitzt zwei Kerne (Fig. 2a): einen vermutlich in erster Linie der Ernährung vorstehenden Kern, der ungefähr in der Mitte des Körpers liegt, und einen zweiten, dem Geisselursprung genäherten dichten Kern, den ich wie bei den Trypanosomen Blepharoplast nennen will und der bei der Bewegung und den damit zusammenhängenden Funktionen eine Rolle spielen dürfte. Der erstere Kern ist meistens oval und führt eine über ein undeutliches, alveoläres achromatisches Gerüstwerk verteilte körnige chromatische Substanz.

In der Mehrzahl der Fälle ist im Kern ein etwas unregelmässiges Karyosom oder Innenkörper ausgebildet; nicht selten löst es sich aber auch ganz auf und wird unsichtbar. Der äusserst dichte, dunkelfärbbare Blepharoplast ist entweder oval oder nierenförmig, selten rundlich; an geeignet gepressten Tieren kann man sich überzeugen, dass er auch eine feinere Kernstruktur besitzt, indem zentral ein Innenkörper und peripher ein dichter chromatischer Belag zum Vorschein kommt. (Fig 2c.)

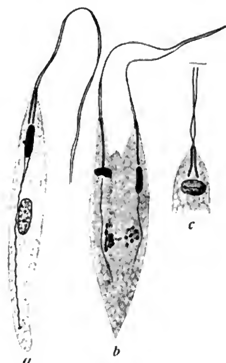


Fig. 2.

In diesem Sinne sprechen auch die später mitzuteilenden Befunde, die an den Teilungsstadien gewonnen wurden.

Der für die Beurteilung dieser Form äusserst wichtige Geisselapparat (Fig. 2a) besteht aus folgenden Teilen: a. aus zwei sehr innig durch eine Art von sehr zarter Membran mit einander verbundenen Geisseln, die sich nach Giemsa rot färben und meistens doppelt so lang sind als der Zellleib; b. aus einem nur mit starken Vergrösserungen wahrnehmbaren Diplosom, von dem die Geisseln entspringen; c. aus zwei dickeren, von dem Diplosoma getrennt gegen den Blepharoplasten verlaufenden Zwischenstücken oder Rhizoplasten, die durch eine schmale verdichtete Protoplasmazone mit dem Geisselkern verbunden sind.

An dem meist länglichen Geisselkern oder Blepharoplasten sitzt seitlich ein knopfförmiges Gebilde an, gegen das durch die ganze Länge des Körpers in einer deutlichen, flach aufsteigenden Spirale ein „Doppel"faden verläuft, der auf Grund von einigen vereinzelten Beobachtungen mit den Enden der beiden Rhizoplasten im Zusammenhang zu stehen scheint. Dieser Faden endigt im Hinterende des Körpers mit einem undeutlichen Doppelkorn. Nach der Auffassung von Schaudinn (vgl. seine vorstehende Arbeit) ist der ganze Körper des Flagellaten auf ein in seiner Längsachse zusammengeklapptes oder geknicktes zweigeisseliges *Trypanoplasma* zurückzuführen[1]). Die undulierende Membran der Trypanosomen ist nach seinen Untersuchungen von einer auseinanderweichenden „stemmenden" Zentralspindel ableitbar;

[1]) vgl. die vorstehende Arbeit von Schaudinn.

bei der hier beschriebenen Form ist die Zentralspindel geknickt und ausserordentlich gedehnt; man findet sie in dem eben besprochenen Doppelfaden wieder, dessen endständiges „Doppelkorn" dann mit einem Flemmingschen Zwischenkörper vergleichbar ist. Der „Doppelfaden" ist spiralig gewunden, weil die sich entwickelnde, auseinander weichende Zentralspindel an ihren Enden einen Widerstand erfährt und so wie die intranucleare Zentralspindel des Kleinkernes der Ciliaten oder der Gregarinen zu einer Spiraldrehung veranlasst wird. Indem nun die Zentralspindel der Trypanosomen nach den Untersuchungen von Schaudinn heteropol ist, — ein Verhältnis, das wir auch hier später zu konstatieren in der Lage sein werden — und derart ungleichmässig bezüglich ihrer Pole funktioniert, ist es erklärlich, dass der „Druck" des einen Schenkels der zusammengeklappten Zentralspindel über den „Zug", der sich in dem anderen, parallelverlaufenden Faden bemerkbar macht, überwiegt, so dass derart in der Zentralspindel dieses Flagellaten auch ein formgebendes Prinzip gegeben ist. Die lange, schlanke, starre Form des Flagellaten ist ein Produkt der Kräfte der geknickten, langen, spiraligen Zentral„spindel" oder des Zentralfadens, auf den mit einigen phylogenetischen Abänderungen die Achsenfäden und Achsenstäbe der Trichomastiginen, Trichomonaden, Chilomonaden etc. zurückführbar sein dürften. Die letzten Reste einer undulierenden Membran findet man bei der Herpetomonas in der zarten, hinfälligen Membran, die sich zwischen den beiden Geisseln ausspannt.

Die Bewegung der Tiere ist sehr charakteristisch, man kann sie am besten mit einer starren Nähnadel, in die ein peitschenförmig schwingender Doppelfaden eingefädelt ist, vergleichen.

Die beiden Geisseln reissen nicht selten von ihrem Blepharoplasten ab und schwingen dann selbständig mit ihren Basalkörpern und Rhizoplastteilen bis 7 Minuten frei umher.

Die Tiere agglomerieren häufig im Proventriculus oder im hinteren Teile des Darmtraktus mit ihren Vorderenden zu dichten Rosetten zusammen (Fig. 3), wobei zwischen den Geisseln noch eine schleimige Substanz zur Absonderung kommt. Diese Art von Agglomeration ist von der der Rattentrypanosomen fundamental verschieden; man kann sie aber beide zunächst durch die schon früher gemachte Annahme, dass die Körperachse im Grunde genommen geknickt ist, so dass das morphologische Vorderende neben dem Hinterende liegt, miteinander in Einklang bringen. Äusserlich stimmt sie mit der Agglomeration der von Schaudinn untersuchten Vogeltrypanosomen überein, die im Gegensatz zu den Rattentrypanosomen auch mit ihrem geisseltragenden Ende agglomerieren. Beide Formen sind von dem mit zwei Geisseln ausgestatteten bipolaren Trypanoplasma abzuleiten, nur dass im Laufe der Phylogenese bald dieser bald jener Pol unterdrückt wurde. Ein Endglied dieser Entwicklung ist Herpetomonas, bei der die Achse geknickt wurde und die beiden Pole demnach nebeneinander liegen.

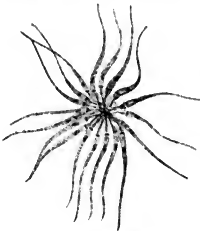


Fig. 3.

Die Flagellaten sind rheotropisch und bewegen sich nicht übermässig starken Strömungen entgegen; diese Eigenschaft ist ihnen insofern vom Vorteil, als sie nicht sofort mit den herabgleitenden Inhaltsmassen des Darmtraktus fortgerissen werden. Die Eigenschaft des Rheotropismus teilen sie mit den flagellatenähnlichen Formen der übrigen Hämatozoen, die an der Bissstelle der Mücke dem Blutstrom des neuen Wirtes entgegenwandern müssen (vgl. Schaudinns Arbeit).

Es gelang mir nicht, die Flagellaten in der Schulzeschen feuchten Kammer längere Zeit zu halten, nach 12 Stunden gingen sie ein.

Die *Herpetomonas sarcophagae* n. sp. ist der vorhergenannten Form sehr ähnlich, nur besitzt sie eine gedrungenere Gestalt, dichteres Protoplasma und einen grösseren chromatinreicheren Kern. Der letztere scheint im Gegensatz zu *Herpetomonas muscae-domesticae* (8 Chromosomen) ungefähr 16 Chromosomen zu besitzen. Bei der Agglomeration sind die Flagellaten äusserst in die Länge gezogen und der Zellleib besitzt gleichsam einen langen körnchenreichen Schwanzfortsatz (Fig. 3).

Von 100 untersuchten Fliegen waren maximal 8 infiziert.

Teilung. Die Teilung ist eine Längsteilung (Fig. 2b). Beide Kerne teilen sich unabhängig von einander. Der fast zentrale Nährkern teilt sich auf dem Wege einer primitiven Mitose, die zwischen der echten Mitose und der eigentlichen Amitose einen Übergang darstellt, wie es schon bei zahlreichen anderen Protozoen nachgewiesen wurde. Das Chromatin sammelt sich bei der *H. muscae-domesticae* zu 8 krümeligen Chromosomen, die sich zu einer Art von Äquatorialplatte anordnen und von dem hantelförmig werdenden Innenkörper zertrennt werden. Der Blepharoplast teilt sich anscheinend auf dem Wege einer Durchschnürung, die zuweilen nur einseitig einsetzt, so dass ein kleeblattartiges Gebilde zustande kommt. An geeignet gepressten Exemplaren kann man ferner wahrnehmen, dass der auch hier ausgebildete Innenkörper hantelförmig durchschnürt wird und die Chromatinmassen zerteilt (Fig. 2c).

Jedes der aus der Teilung hervorgegangenen Individuen übernimmt eine der alten Geisseln und mit ihr ein Basalkorn, das sich alsbald teilt und längst der alten, starken Geissel aus sich heraus als ein zartes Fädchen die neue Geissel entstehen lässt, von der aus später zentralwärts in gleicher Weise ein neuer Rhizoplast hervorgeht (Fig. 2b).

In ähnlicher Weise werden bei den Rekonstruktionen, die sich nach lebhaften, mit Unregelmässigkeiten verbundenen Teilungsperioden einstellen, die alten Geisseln resorbiert und sodann durch neue, der Körpergrösse gerade angepasste Geisseln ersetzt.

Neben diesen freibeweglichen Formen finden wir bei den Fliegen, die gehungert haben und nur eine schwache oder gar keine innere Trichter- oder Chitinmembran in ihrem Mitteldarm besitzen, geissellose, starre oder nur schwach „wurmartig" sich bewegende Formen, die völlig denen gleichen, die Léger[1]) für *Herpetomonas jaculum* aus *Nepa cinerea* beschrieben und sie als „formes grégariniennes" bezeichnet hat; er erkannte auch ihre Bedeutung und stellte auf Grund dieser Beobachtung eine gewisse

---

[1]) L. Léger, Sur la structure et le mode de multiplication des Flagelles du genre Herpetomonas Kent Compt. rend. d. seances d. l. Académie d. sciences Paris 7. avril 1902.

Beziehung der Flagellaten zu gregarinenähnlichen Sporozoen in phylogenetischer Hinsicht fest. „L'existence de ces formes grégariniennes chez un Flagellé typique constitue un puissant argument en faveur de l'origine flagellée des Sporozoaires que j'ai déjà soutenue et que, d'ailleurs, Bütschli avait pressentie dès 1884." Auf Verwandtschaftsverhältnisse der Coccidien mit Flagellaten wurde von Schaudinn, auf solche der Malariaparasiten und Flagellaten von Wettstein hingewiesen.

Bei den erwähnten Formen ist der Geisselapparat mehr oder weniger reduziert, die Geissel ist zurückgezogen und die Tiere sind meist leicht sichelförmig gekrümmt. Auch auf diesem Stadium vermehren sie sich durch eine Längsteilung, bei der oft die Teilstücke miteinander noch in Zusammenhang bleiben.

Unter noch ungünstigeren Lebensverhältnissen wird der Blepharoplast in die Tiefe gezogen und scheint etwas von seiner Substanz unter gleichzeitiger, noch weiter gehender Verdichtung an das Protoplasma abzugeben. Der Rhizoplast erfährt eine starke Verkürzung und zieht so auch die Geissel mit ihrem Geisselkorn ins Innere des Zellleibes. Aussen wird eine nach Giemsa rot sich färbende, dicke gallertige Hülle abgeschieden, die aus einer doppelten Reihe von später verschleimenden Körnchen besteht. Auf diese Weise werden Dauercysten gebildet (Fig. 4). Während ihrer Bildung degeneriert bisweilen der Zellleib, wobei die äussere Schleimhülle mannigfach gelappt und ausgebuchtet wird.


Fig. 4.

Die Kopulation. Die selten erfolgende Kopulation besitzt bei dieser Art insofern noch einen ursprünglichen Charakter, als hier fast gleichartig ausgebildete Formen miteinander kopulieren.

Das eine zur Kopulation schreitende Individuum ist meistens nur etwas grösser und besitzt eine grössere Avidität zu den Farbstoffen; man kann es nach Analogie mit den anderen Flagellaten als das Weibchen bezeichnen.

Vor der Befruchtung unterliegen die Zellen einer weitgehenden Reduktion, die in sichtbarer Weise an folgende Bestandteile geknüpft ist: 1. an den Geisselapparat und vermutlich auch an die Basalkörper; 2. den Blepharoplasten; 3. den Nährkern; 4. den zentralen Achsenfaden und sein abschliessendes Diplosom.

Da die beiden Hauptbestandteile der Zelle, die hier ein Heteroplastide ist, der Blepharoplast und der Nährkern von einander unabhängig sind, unterliegen sie auch einer zeitlich getrennten Reduktion; man findet so niemals alle Reduktionsbestandteile in der Zelle gleichzeitig, zumal die Reduktionskerne des zentralen Kernes recht vergängliche Gebilde sind.

1. Reduktion des Geisselapparates. Der heteropole Achsenfaden zieht sich spiral zusammen (Fig. 5a) und führt so den anhängenden Blepharoplasten in die Tiefe.

Der Rhizoplast wird gleichfalls verkürzt und zerfällt später, sodass nach der Resorption der Geisseln die beiden Basalkörper frei im Zellkörper liegen bleiben (Fig. 5b, e). Die Resorption der fädigen Differenzierung erfolgt in der Weise, dass sich in ihrem Verlaufe knotige Verdickungen ausbilden, die anschwellen und schliesslich einen körnigen Zerfall der Fäden herbeiführen. Die beiden Basalkörner scheinen sich auch zu teilen und ihre Masse zu reduzieren, wenigstens werden sie später kleiner und sehr schwer sichtbar. Das den Achsenfaden abschliessende Diplosom teilt (Fig. 5b)

sich zunächst zweimal, sodass eine durch Fädchen mit einander noch im Zusammenhang stehende Vierergruppe entsteht; zwei von diesen Körnern teilen sich nochmals und wir finden schliesslich im hinteren Teil der Zelle einen Haufen von 6 Körnchen (Fig. 5c). Da später noch verschiedene Stoffwechselprodukte und körnige Kernteile in der Zelle auftreten, bin ich aber nicht mehr imstande das fernere Schicksal dieser Körnchen in dem Gewirre von Granulationen anzugeben.

Der Blepharoplast unterliegt zwei Reduktionsteilungen (Fig. 5b, c), die erste ist durch eine heteropole „Spindel" (Fig. 5b) ausgezeichnet, die wir schon von einer ganzen Anzahl von Protozoen kennen und die nach den Angaben von Reinke gelegentlich auch bei den Metazoen vorkommen kann (Bindegewebe einer Salamanderlarve. „Es gibt Mitosen mit ungleich starken Kraftzentren und entgegengesetzen Vorzeichen, die Gleichgewichtsfläche ist eine Kugelschale"). Die zweite Reduktionsteilung ist in Fig. 5c abgebildet. Das dem Blepharoplasten anliegende Korn reduziert seine Masse durch eine einfache Teilung (Fig. 5c).

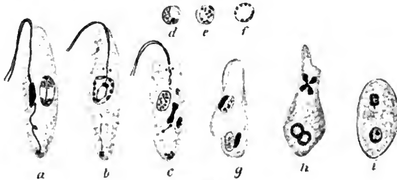


Fig. 5.

Der Nährkern schwillt vor der Reduktion an, sein Chromatin sammelt sich in Halbmondform einseitig an und sein Innenkörper wird sehr deutlich (Fig. 5d). Später teilt der Innenkörper sich frühzeitig, während neben ihm 4 Vierergruppen zum Vorschein kommen, die durch die zwei folgenden Teilungen aufgeteilt werden (Fig. 5e).

Vor der zweiten Teilung bemerkt man stets äusserst deutlich das in der Form einer Zentralspindel geteilte Karyosom (Innenkörper), von dem seitlich je 4 Chromosomen liegen (Fig. 5f, c).

Die Reduktionsteilungen dokumentieren sich hier wie bei den von Schaudinn untersuchten Trypanosomen als vollkommene aber abortive Teilungen, an denen sich noch alle Bestandteile der komplizierten Heteroplastide beteiligen, von deren Produkten aber nur die beiden Kerne zu der darauffolgenden Befruchtung schreiten, während die anderen Organoide wahrscheinlich degenerieren (Basalkörner, Zwischenkörper), da der, beziehungsweise die beiden Kerne alles von neuem aus sich hervorbilden können.

Von besonderer Wichtigkeit für zytologische Spekulationen scheint die Tatsache der Reduktion des Blepharoplasts zu sein. Die hier geschilderten Flagellaten sind wahre Heteroplastiden, ihr Blepharoplast ist kernähnlich und mit dem zentralen

Kern äquipotent; der letztere hat aber seine Eigenschaft in keinerlei Weise eingeschränkt, sondern stellt noch einen wahren Zentronukleus dar. Den Blepharoplasten können wir vielleicht mit einem Zentrosom und seinen Innenkörper (Karyosom) mit einem Zentriol vergleichen, das sich wie bei den Metazoen (Boveri) zuerst teilt (Fig. 2c).

Auch ist der Blepharoplast in einem gewissen Sinne ein zyklisches Gebilde (Boveri), das etwa nach Art eines Echinus-zentrosoms bei der Zystenbildung oder bei der autokopulativen Parthenogenese beim Niedergang seiner Funktion einer Massenreduktion unterliegt. Vor der Befruchtung wird es ebenso wie das Zentrosom bei der Spermatogenese der Metazoen (*Helix*, distaler Teil des Zentrosoms) reduziert.

Die Befruchtung findet bei unserem Flagellaten in der Weise statt, dass sich die beiden Individuen seitlich aneinanderlegen und verschmelzen, wobei die beiden Blepharoplasten und Kerne zu je einem einzigen Gebilde sich vereinigen (Fig. 5h, i). In Fig. 5h vollführen die beiden Blepharoplasten vor der Verschmelzung noch eine verspätete, letzte Reduktionsteilung.

Die Befruchtung schliesst bei dieser Form mit einer Dauerzystenbildung ab (Fig. 5i), deren weiteres Schicksal ich bisher noch nicht verfolgen konnte.

Unter ungünstigen Verhältnissen, sobald die Wirtstiere hungern oder ihr Darm einer Desquamation unterliegt und der „Membrantrichter" den Darminhalt nicht einhüllt, wandern hauptsächlich die Gregarinen- oder Würmchenformen, von denen besonders einige (Weibchen) schraubenförmige oder krümmende Bewegungen ausführen, durch die Darmepithelien in die Leibeshöhle und in die Ovarien ein, sodass auch die nächste Fliegengeneration infiziert werden kann. — Die Infektion kann also auf eine dreifache Art erfolgen:

1. Die indifferenten Individuen bilden die schon oben geschilderten Schleimzysten und gelangen auf diese Weise mit den Fäces ins Freie (feuchte Fenster, Speisen, Mist usw.) und werden von anderen, alles mit ihrem Saugrüssel beleckenden Fliegen aufgenommen.

2. Die geschlechtlich differenzierten Formen kopulieren und bilden eine Dauerzyste, die in derselben Weise wie die Schleimzyste die Infektion vermitteln dürfte.

3. Geschlechtlich differenzierte Formen dringen in die Ovarien ein, unterliegen hier einer Autogamie und infizieren die folgende Brut. Unsere Parasiten gehören demnach in die Kategorie der Parasiten, die „vererbt" werden; eine germinative Infektion wurde bei der Nosema bombycis, die in der Seidenraupe schmarotzt, bei einer Zoochlorelle, die in den Eiern des Schwammes Spongelia pallescens (F. E. Schulze) vorkommt, ferner bei der Haemogregarina stepanovi im Egelei durch Siegel festgestellt; dasselbe gilt für die Vogeltrypanosomen und die Malaria nach den vorstehenden Untersuchungen von Schaudinn. Von pathologischer Bedeutung ist ferner die germinative Infektion des Zeckeneies beim Parasiten des Texasfiebers sowie der Eier einer Milbe, die auf den Eidechsen schmarotzt und die Eidechsenhaemosporidie Karyolysus überträgt (Schaudinn).

In den Deckglasausstrichen von frischen Fliegeneiern, die mit destilliertem Wasser abgewaschen wurden, fand ich auch die oben beschriebenen Sprosspilze und Bakterien, die später im Darm konstatiert wurden. Escherich vertritt auch die Ansicht, dass der im Darmepithel des kleinen Käfers, Anobium paniceum, schmarotzende Sprosspilz, der in einem symbiotischen Verhältnis zu dem Käfer steht (Karawaiew, Escherich), von Generation zu Generation durch die Eier übertragen wird. (Vergl. Schaudinns Angaben über die Culiciden in der vorstehenden Arbeit.)

Nicht bei allen infizierten Wirtstieren ist auch die Brut infiziert; ich fand auf 20 infizierte Fleischfliegen nur eine, deren Brut auch angesteckt war. Ferner sind nicht alle Larven derselben Fliege infiziert; diese Erscheinung dürfte mit den verschiedenen Reifungsstadien im Insektenovar in Zusammenhang stehen, indem naturgemäss bei der einmal erfolgenden Invasion zunächst die reiferen aber mit keinem Chorion versehenen Eier befallen werden.

Die Parasiten bleiben zunächst in dem reichlichen Dotter der Eizellen, wo man sie auf Ausstrichpräparaten allein nachweisen kann, liegen, werden dann aber teilweise bei vorschreitender Entwickelung von der vorderen und hinteren Partie des Keimstreifens, die nach Noak den Mitteldarm bilden, ins Innere aufgenommen.

Auf solchen späteren Entwickelungsstadien des Fliegeneies führen sie gerade wie die zurückbleibenden Parasiten in dem Darm des Muttertieres höchst merkwürdige Kernveränderungen aus, die wesentlich denen des Bodo lacertae oder der Trichomastix bei der Autogamie gleichen.

Der Übersichtlichkeit wegen wollen wir sie zunächst flüchtig besprechen und in drei Kategorien einteilen.

1. Der Blepharoplast (der kinetische Kern) vollführt zwei Reduktionsteilungen; zwei dieser aus der Teilung hervorgegangenen Kerne kopulieren, während der zentrale Nährkern mehr oder weniger schnell degeneriert. Das Plasma dieser Individuen ist sehr hell und färbt sich nach Giemsa lichtblau. Diese Individuen bezeichnen wir als Männchen. Die Autogamie des Blepharoplast ist also hier mit einer Etheogenese (nach Analogie zur Parthenogenese von ὁ ἠίθεος, ἤθεος der unverheiratete, junge Mann) verbunden.

2. Der zentrale, anscheinend der Ernährung vorstehende Kern führt allein zwei Reduktionsteilungen durch, deren Deszendenten der Autogamie unterliegen. Der Blepharoplast kann sich noch teilen, bleibt meist im reduzierten Zustande erhalten oder er degeneriert. Die Autogamie ist mit einer Parthenogenese verbunden. — Weibliche Individuen.

3. Beide Kerne unterliegen den gleichen autokopulativen Vorgängen oder teilen sich einfach auf. — Indifferente Zellen.

I. Im ersteren Fall (Etheogenese) teilt sich der Blepharoplast auf eine heteropole Weise; die kompakte Spindel ist an dem einen Pol stumpf, am anderen spitzig ausgebildet. Bei diesem Vorgang konnte sogar eine differente Ausbildung des einen Zwischenstückes und des zugehörigen Basalkorns konstatiert werden (Fig. 6a). Auf diese Teilung folgt noch eine, worauf erst jetzt die zwei Kerne autokopulieren

(Fig. 6 b, c). Das Chromatin des zentralen Kernes verklumpt frühzeitig, im Kern selbst entstehen Vakuolen und er degeneriert (Fig. 6 a, b); manchmal macht aber auch dieser Kern noch Anläufe zu einer Teilung, indem allein sein Innenkörper sich viermal teilt (Fig. 6 c). Die Vorgänge im Darm des Muttertieres und im Darmtraktus des Embryo sind wesentlich gleich, nur dass hier meistens die Individuen auf dem vollständigen Gregarinenstadium verharren, während im ersteren Falle manche noch eine Geissel besitzen, die erst später reduziert wird. Mehr oder weniger stark ausgebildete Geisselformen findet man aber auch manchmal in dem Dotter der Eier vor. Später runden sich die Individuen ab und schwellen beträchtlich an, während der Blepharoplast zahlreichen Teilungen unterliegt (Fig. 6 d). Da diesen Formen aber ein Nährkern abgeht, scheinen sie früher oder später zu degenerieren; denn nie fand ich irgend welche weitere Entwickelungsstadien.

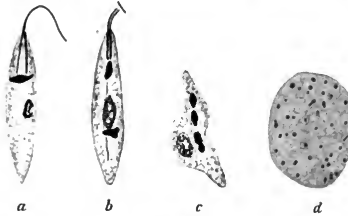


Fig. 6.
a) Der Nährkern degeneriert; heteropole Spindel des Blepharoplasten, b) zweite Reduktionsteilung des Blepharoplasten, c) Autogamie desselben unten, d) Etheogenese.

II. Im zweiten Falle wird bei der Parthenogenese der Blepharoplast entweder nur zum Teil (Fig. 7 a) oder gar nicht reduziert, dagegen teilt sich der Nährkern in vier Kerne, von denen zwei autokopulieren, während die zwei anderen Reduktionskerne sich verkleinern (Fig. 7 b) und schliesslich schwinden.

In dem derart befruchteten Kern taucht ein stetig sich vergrösserndes Korn dichter nach Giemsa lichtblau sich färbender, plastinartiger Masse auf, das unter stetiger Vergrösserung das körnige Chromatin an die Peripherie drängt (Fig. 7 c). Auf späteren Entwickelungsstadien findet man in dem dunklen Protoplasma einen grossen, blasenförmigen Kern, der sehr blass ist und meistens zentral einen kleinen Innenkörper oder Karyosom besitzt (Fig. 7 d), das unter Umständen auch schon heteropol geteilt ist. Dieser grosse Kern teilt sich in der Folge mehrfach, wobei jedesmal das Chromatin meist zu drei wurstförmigen Massen agglutiniert. Der Blepharoplast teilt sich selbständig mehrmals (Fig. 7 e) oder er degeneriert (Fig. 7 f); im Protoplasma tauchen auch noch sich rotfärbende Granulationen auf (Fig. 7 e, f).

III. Bei den indifferenten Zellen teilen sich beide Kerne, der Blepharoplast und der zentrale Kern gleichmässig, von einander unabhängig weiter und schliesslich werden rosettenförmig neue, indifferente Flagellaten, die einen Nährkern und einen Blepharoplast besitzen, peripher abgefurcht (Fig. 7 j). Diese Stadien findet man frühzeitig häufig im unversehrten Darm sowie in der Leibeshöhle des Embryos, da sie eine weniger komplizierte Entwickelung durchmachen und dabei weniger Individuen zugrunde gehen.

Zwischen diesen hier nur, als typisch geschilderten Modi gibt es ein ganzes Heer von Übergängen und Modifikationen. Einige besonders charakteristische Erscheinungen sollen noch hier erwähnt werden. Unter Umständen kann nur der eine oder der andere Kern seine Autogamie zu Ende führen, während sie beide hernach weiteren Teilungen unterliegen, so dass schliesslich mehrkernige Zellen mit geradezu zwittrigen Charakteren entstehen (Fig. 7 g, h). Die Folge davon ist, dass sich nach Analogie der Organe und Zellen ein Kampf der Organoide in der Zelle entspinnt, der damit endigt, dass a) entweder ein Teil zugrunde geht oder b) ausgestossen wird. Diese Eliminationsvorgänge sind gleichfalls sehr interessant; entweder wird in der Art einer buckeligen Vortreibung etwas Protoplasma mit überzähligen Blepharoplasten oder mit den unterlegenen Nährkernen abgestossen, worauf auf der Peripherie der Zelle eine nach Giemsa sich rotfärbende Membran zur Abscheidung gelangt. Der abgesonderte Plasmateil haftet noch längere Zeit dieser Art von Zyste an. Oder aber waren die Protoplasmen beider Teile mehr gleichartig, so degenerierte der eine Teil innerhalb der „Cyste" (Fig. 7 i), während der andere Teil normale Individuen produzierte.

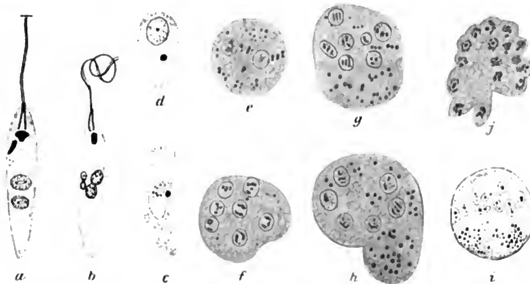


Fig. 7.

a)—i) Parthenogenese. a) und b) Reduktionsteilung und Autogamie. c) d) e) Ausbildung des Ruhestadiums. e) Vermehrung beider Kernsorten. f) Degeneration des Blepharoplasts. g) h) „Zwittriges" Ruhestadium. h) Abschnürung der Blepharoplasten mit dem Protoplasma, Ausbildung einer Membran. i) Degeneration der Blepharoplasten innerhalb der „Zyste", Entwickelung der Weibchen. Teilung des Innenkörpers innerhalb des chromatinarmen Kernes. An vier Stellen Andeutung einer Heteropolie. Durch Austritt des einen Teiles wird wahrscheinlich der neue Blepharoplast gebildet.

Die Komplikationen erfahren aber noch dadurch eine Steigerung, dass das Protoplasma gleichsam in zwei Formationen vorkommt, nämlich als helles, flüssigkeitsreiches und reservestoffarmes sowie als dunkel sich färbendes, dichtes, reservestoffreiches Protoplasma. Fassen wir nun die „Anhäufung und Verdichtung des Chroma-

tins im Blepharoplasten, sowie das helle, reservestoffarme Protoplasma" als Charaktere des männlichen Prinzips die „feine Verteilung des Chromatins in dem grossen Nährkern sowie das dunkle, reservestoffreiche Protoplasma" als Kennzeichen der weiblichen Eigenschaften auf, so können wir beim genauen Studium der einzelnen Ruhestadien die Beobachtung machen, dass nicht immer die jedesmaligen Kerne gleichsam in das richtige Verhältnis zu ihrem Protoplasma gebracht werden, so dass oft die grossen hellen Kerne im hellen Protoplasma und umgekehrt angetroffen werden (Fig. 7 g, h). Diese Missverhältnisse erleiden dadurch eine Korrektur, dass der eine Teil den anderen zum Austritt veranlasst und dann selbst durch die entsprechende Assimilation oder Dissimilation den Charakter des Protoplasmas verändert oder auch degeneriert.

Die Ausbildung des Geisselapparates habe ich bis jetzt noch nicht feststellen können.

Beim *Trypanosoma brucei* (aus Meerschweinchen), das im Gegensatz zum *T. lewisi* meist mit dem stumpfen Ende nach vorne schwimmt, beobachtete ich bei den nach Giemsa lichtblau sich färbenden Individuen (Weibchen), die einen grösseren rundlichen Kern führen, eine mit Vierergruppenbildung verbundene, zweifache Reduktion, die auch den Blepharoplast ergreift. Dieser teilt sich zuerst auf heteropolem Wege asymetrisch, zum Schluss degeneriert er gänzlich. Die Vorgänge schliesst eine Kopulation ab, die zum Teil auch im frischen Präparat beobachtet wurde. In der Leber, seltener in der Milz scheint eine Autogamie (wie bei *Herpetomonas* Fig. 7 b) vorzukommen.

Über Geflügelcholera und Hühnerpest.

Von

Dr. M. Hertel,

Kgl. Bayer. Stabsarzt, kommandiert zum Kaiserlichen Gesundheitsamte.

(Hierzu Tafel IX.)

Trotz aller Massnahmen, die bisher von den Behörden zur Verhütung bezw. Bekämpfung der Geflügelseuchen ergriffen worden sind, ist der Schaden, den die Landwirtschaft und mit ihr das Volksvermögen durch die jahraus jahrein auftretenden seuchenhaften Erkrankungen des Geflügels erleidet, noch immer ein recht beträchtlicher. Durch diese Seuchen wird oft langjährige, auf die Hebung der Geflügelzucht aufgewendete Mühe mit einem Schlage hinfällig; der Züchter, der ohne Opfer zu scheuen sein Möglichstes zu leisten bestrebt war, sieht sich seiner schönsten Hoffnungen beraubt; zu erneutem Beginnen fehlen häufig die erforderlichen Mittel, und so bleibt die so notwendige, nutzbringende Förderung der heimischen Geflügelzucht mehr und mehr nur ein frommer Wunsch.

Wie wenig leistungsfähig im Interesse der Volkswirtschaft Deutschlands Geflügelzucht trotz aller Aufschwungsbestrebungen zur Zeit noch ist, geht schon daraus hervor, dass die Summen, welche für Einfuhr von Eiern und Geflügel aus dem Auslande aufgewendet werden, von Jahr zu Jahr steigen. Während z. B. im Jahre 1897 für 67,2 Millionen Mark Eier eingeführt wurden, wurden im Jahre 1901 hierfür 104,8 Millionen Mark verausgabt. Für die Einfuhr lebenden Geflügels betrugen die Ausgaben im Jahre 1897 27,2, im Jahre 1901 bereits 32,2 Millionen Mark[1]).

Die Geflügelseuchen sind so alt als die Geflügelzucht selbst. Die verheerendsten unter denselben sind unstreitig die Geflügelcholera und die erst in neuester Zeit in Deutschland bekannte Hühnerpest.

Die Geflügelcholera wurde bereits im Jahre 1851 von Delafond und Renault näher studiert. Ersterer hielt sie für verwandt mit der menschlichen Cholera, letzterer für eine Milzbrandaffektion. Im Jahre 1878 entdeckte E. Perroncito[2]) den spezifischen Erreger der Seuche. Dieser bahnbrechenden Arbeit folgten alsdann weitere eingehende Studien von Toussaint, Pasteur, Kitt, Salmon, Zürn, Marchiafava und Celli u. A.

Neben der Geflügelcholera, auch epizootisches Typhoid genannt, wurden gleichzeitig noch andere Geflügelseuchen beobachtet, die zwar klinisch und pathologisch-

---

[1]) Statistik des Deutschen Reiches 1897 und 1901.

[2]) Archiv für wissenschaftl. und prakt. Tierheilkunde 1879.

anatomisch manche Ähnlichkeit mit der Geflügelcholera zeigten, sich aber doch in einzelnen Punkten von derselben zu unterscheiden schienen. Noch vor der Entdeckung des Erregers der Geflügelcholera suchte Bénion 1873 auf Grund der Symptome, der Krankheitsdauer und der befallenen Geflügelarten zwei Erkrankungen von dem Sammelbegriff „Geflügelcholera" abzutrennen und zwar eine Seuche, die im Jahre 1864 ausschliesslich unter den Hühnern und Truthühnern im Departement Haute-Vienne gewütet hatte und die er nach Lemaistre als Typhus und als Entérite dysentérique bezeichnete. 1877 beschrieb Mégnin eine seuchenartige Erkrankung des Geflügels unter dem Namen Septicémie; dieselbe soll nach Lucet mit dem von Lemaistre und Bénion beschriebenen Typhus identisch sein.

Die 1884 von Petri[1]) bei Gänsen, Enten und Hühnern beobachtete Seuche, bei welcher er als Ursache die Erreger der experimentellen Kaninchenseptikämie gefunden hatte, kann heute ohne weiteres als Geflügelcholera gedeutet werden, nachdem die Identität dieses Bakteriums mit dem der Kaninchenseptikämie kaum bezweifelt werden dürfte.

Klein[2]) beschrieb 1889 eine infektiöse Hühnerenteritis in Kent, ferner eine akute infektiöse Krankheit des schottischen Moorhuhnes (grouse disease) und 1893 eine Fasanenepizootie, Lucet[3]) 1891 eine epizootische Dysenterie der Hühner und Truthühner in der Gegend von Courtenay (Loiret), Mac Fadyean[4]) 1893 eine infektiöse Pneumonie der Truthühner. Fiorentini[5]) beobachtete 1896 eine iufektiöse Enteritis der Fasanen, Belfanti und Zenoni[6]) 1899 eine neue seuchenartige Krankheit der Hühner in der Lombardei, Mazza[7]) eine neue Hühnerepizootie in verschiedenen oberitalischen Gemeinden und Foà und Cesaris Demel[8]) im gleichen Jahre eine neue Hühnerseuche in verschiedenen Gegenden Piemonts.

Inwieweit die eine oder die andere der eben erwähnten Seuchen tatsächlich von der Geflügelcholera ätiologisch verschieden ist, mag dahingestellt sein; dass hierüber die Meinungen der Autoren geteilt sind, beweist der Umstand, dass Perroncito die von Carlo Mazza, Cesaris Demel und Belfanti und Zenoni beschriebenen Seuchen für wirkliche Geflügelcholera hält, während nach Lüpke die von Belfanti und Zenoni und nach Centanni ausserdem die von Mazza beobachtete Seuche mit der Hühnerpest identisch sein soll.

---

[1]) Zentralblatt für die medizinischen Wissenschaften 1884.

[2]) a) Über eine epidemische Krankheit der Hühner, verursacht durch einen Bazillus — bac. gallinarum. — Centralbl. f. Bakt. Bd. V, 1889, Nr. 21.
b) Über eine akute infektiöse Krankheit des schottischen Moorhuhnes: Centralbl. für Bakt. u. Par. 1889, Bd. VI, Nr. 2.
c) An acute infectious disease of young pheasants: repr. from the Journal of Pathol. and Bacteriol. November 1893.

[3]) Dysenterie epizootique des poules et des dindes: Annales de l'institut Pasteur 1891, p. 312.

[4]) Epizootic pneumo pericarditis in the turkey: Journal of comp. pathol. and therap. 1893. Vol. VI, p. 334.

[5]) Enterite infettiva dei fagiani. Atti della società italiana di scienzi naturali. Vol. XXXVI, 1896.

[6]) Sulla recente epizoozia dei polli in Lombardia: La clinica veterinaria 1899, Nr. 34 u. 35.

[7]) Centralbl. für Bakt. u. Parasitenkunde 1899. XXVI. Band. Nr. 6, S. 181.

[8]) Sulla recente epizoozia dei polli in vari parti del Piemonte: Acad. med. di Torino 1899. 26. Maggio.

Die letztgenannte Seuche, die nicht minder verheerend ist als die Geflügelcholera, wurde in Deutschland zuerst im Jahre 1901 näher erforscht, als in Mitteldeutschland an verschiedenen Stellen Geflügelseuchen auftraten, die klinisch zwar manche Ähnlichkeit mit der Geflügelcholera hatten, ätiologisch aber von ihr verschieden erschienen. Befallen wurden ausschliesslich Hühner. Als Ausgangspunkt dieser Seuchen wird eine auf der vom 1. bis 4. Februar 1901 zu Braunschweig abgehaltenen Geflügelausstellung unter den dort ausgestellten Hühnern aufgetretene seuchenhafte Erkrankung bezeichnet. Die Einschleppung dürfte wohl durch Geflügeltransporte aus Italien erfolgt sein, wo die gleiche Seuche schon seit 10 Jahren bestehen soll und in neuester Zeit von Centanni als Vogelpest, von Maggiora und Valenti als „tifo essudativo dei gallinacei" beschrieben worden ist. Aus Württemberg wurde im gleichen Jahre von einer seuchenhaften Bauchfellentzündung des Haushuhnes berichtet, die mit der Braunschweiger Seuche und der italienischen Vogelpest identisch ist. Die rege Einfuhr italienischen Geflügels gerade nach Württemberg lässt eine Einschleppung dieser Vogelpest dorthin als leicht möglich erscheinen. Nach Lüpke war eine ganz ähnliche Seuche bereits im Jahre 1898 in Württemberg beobachtet worden.

Auf diese neue Seuche, die Ostertag wegen ihres fast ausschliesslichen Befallens der Hühner als „Hühnerpest" bezeichnet, soll im zweiten Abschnitte dieser Abhandlung näher eingegangen werden.

Zunächst möge hier eine zusammenfassende und ergänzende Darstellung all' dessen, was für das Studium der Geflügelcholera von Interesse erscheint, niedergelegt sein.

I. Geflügelcholera.

Die zu den Versuchen verwendeten Kulturen — im ganzen 25 Stämme — waren zum grössten Teil aus Gänsekadavern gezüchtet, die jeweils durch freundliche Vermittlung des Herrn Kreistierarztes Sciffert vom Seuchenhof zu Rummelsburg dem Laboratorium überwiesen worden waren[1]). 6 Kulturen konnten aus Tauben, Hühnern und Gänsen rein gezüchtet werden, die der Lieferant aus verseuchten Höfen als gesund gekauft und zu Versuchszwecken geliefert hatte. Die übrigen Kulturen stammten aus einem hiesigen und einem auswärtigen hygienischen Institute.

Die Geflügelcholera gehört zu der grossen Gruppe der hämorrhagischen Septikämie. Der Erreger derselben, ein fakultativer Anaërobier, ist ein kurzes, an den Enden abgerundetes Stäbchen ohne Eigenbewegung; derselbe färbt sich gut mit den gebräuchlichen Anilinfarben, die Färbung nach Gram ist negativ. Im hängenden Tropfen aus frischer Bouillonkultur kann man bei vielen Stäbchen eine dunklere Schattierung des Plasmas an beiden Polen beobachten, während das Mittelstück heller erscheint. Diese eigenartige Verteilung des Plasmas tritt am deutlichsten bei der Färbung in Deckglas-Ausstrichpräparaten nach Analogie der Färbung der Pestbakterien hervor. Nach Fixierung des Präparates durch Abbrennen mit absolutem Alkohol und nach

[1]) Für dieses jederzeit liebenswürdige Entgegenkommen sei genanntem Herrn auch noch an dieser Stelle der gebührende Dank abgestattet.

kurzer Färbung mit Boraxmethylenblau[1]) zeigt sich an den Polen der Stäbchen eine intensive Blaufärbung, während der dazwischenliegende Teil ungefärbt bleibt.

Der Bazillus der Geflügelcholera gedeiht auf den gebräuchlichen Nährböden mit Ausnahme der Kartoffel. Die Fleischwasserpeptonbouillon wird in 20 Stunden diffus getrübt, in älteren Bouillonkulturen setzt sich ein schleimiger Bodensatz ab, während der obere Teil der Bouillon sich wieder aufhellt. Beim Schütteln steigt der Bodensatz spiralförmig in die Höhe und löst sich bei stärkerem Schütteln vollständig auf, wodurch die Bouillon die ursprüngliche Trübung wieder erhält. Auf Agar bildet sich ein zusammenhängender mattgrau glänzender, im durchfallenden Lichte zart bläulich schimmernder Rasen. Die Gelatinestichkultur zeigt ausgesprochene Nagelform. Der Stichkanal erscheint aus feinsten, punktförmigen weisslich grauen Kolonien zusammengesetzt. Milch wird auch nach längerem Verweilen im Brutschrank nicht zur Gerinnung gebracht, in Lakmusmolke bildet sich auch bei reichlicher Trübung keine Säure, die Indolreaktion ist sehr deutlich.

Dass der Erreger der Geflügelcholera auch ausserhalb des Tierkörpers Lebensbedingungen findet, zeigt die Beobachtung Gaffkys[2]), welcher ihn im Wasser eines stark verunreinigten Baches (der Panke) nachweisen konnte.

Gamaleia[3]) fand in Kadavern von Tauben, welche durch Vergiftung mittels nicht pathogener Bakterien getötet worden waren, Bazillen, welche für Tauben hochgradig pathogen werden können. Diese feinen Stäbchen mit schwer färbbarer Mitte glichen nach ihrer Form und ihrem Wachstum in Bouillon, Gelatine und Agar vollkommen den Bazillen der Geflügelcholera, so dass Gamaleia glaubt, die Bakterien der Geflügelcholera seien stetige Parasiten des normalen Darmkanals eines Vogels.

Eine Nachprüfung dieser Untersuchungen, welche ich wegen ihrer grossen praktischen Bedeutung für notwendig erachtete, hatte folgendes Ergebnis:

Aus dem Darminhalt dreier gesunder getöteter Tauben liessen sich ziemlich leicht mittels Plattenverfahrens feine, Tautröpfchen ähnliche durchscheinende, im durchfallenden Lichte perlmutterartig glänzende Kolonien isolieren. Auf Agar, Gelatine und Bouillon unterschied sich die Kultur in nichts von einer Geflügelcholerakultur. Im hängenden Tropfen erschienen die Stäbchen etwas grösser und plumper als die der Geflügelcholera, in gefärbten Präparaten blieb das Mittelstück heller. Eigenbewegung fehlte. Milchgerinnung erfolgte innerhalb 20 Stunden, und starke Säurebildung in Lakmusmolke. 6 Meerschweinchen, 6 Kaninchen und 5 Tauben blieben nach Verimpfung von 0,5 bis 1 ccm dieser Kultur bezw. 2 ccm Darminhalt den gesunden Tauben ohne jede Schädigung des Allgemeinbefindens am Leben. Eine äusserst schwächliche Taube ging nach Injektion von 1 ccm Darminhalt in den Brustmuskel am 3. Tage zugrunde. Aus dem Herzblut wurde neben einer schmierigen, weissgrauen Kultur auch die oben erwähnte durchsichtige, der Geflügelcholera ähnliche

---

[1]) Sog. Mansonsches Methylenblau: 2 g Methylenblau und 5 g Borax werden mit 100 ccm kochenden Wassers übergossen, nach dem Erkalten filtriert, kann diese Farblösung lange Zeit verwendet werden.

[2]) Mitteilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte. Bd. I, 1891, S. 102.

[3]) Zentralblatt für Bakteriol., Parasitenkunde etc. Bd. IV, S. 161.

gezüchtet, die, wie vergleichende Untersuchungen zeigten, der Gruppe der Kolibakterien zuzurechnen ist.

Der Erreger der Geflügelcholera ist pathogen für Tauben, Hühner, Truthühner, Perlhühner, Fasanen, Enten, Gänse, ausserdem auch für kleine Vögel wie Sperlinge, Goldammern etc. Von den gebräuchlichen Versuchstieren sind sehr empfänglich Kaninchen und Mäuse (sowohl weisse als Haus- und Feldmäuse), relativ empfänglich Meerschweinchen, wenig empfänglich Ratten. Von grösseren Haustieren sind empfänglich Rind, Esel, Schwein und Ziege.

Unter dem Hausgeflügel ist die Taube für künstliche Infektion unstreitig am empfänglichsten. Zur tödlichen Infektion genügt die subkutane oder intramuskuläre Einverleibung einzelner Keime; diesem Eingriff erliegt das Tier meist schon innerhalb 15—18 Stunden. Bei Impfung in den Brustmuskel bildet sich zunächst eine serofibrinöse Entzündung des interstitiellen Bindegewebes (siehe Tafel IX, Fig. 1), die rasch auf die Muskelsubstanz übergreift und dieselbe zum Zerfall bringt. Die Veränderung kennzeichnet sich durch eine ziemlich ausgedehnte speckiggelbe Verfärbung und derbe Infiltration des Impfherdes. Bei Verimpfung avirulent gewordenen Materiales übersteht die Taube die Impfung, wobei sich die eben erwähnte Muskelentzündung in nachstehender Weise zurückbildet: der nekrotische Herd im Muskel stösst sich nach Art eines Sequesters vom gesunden Gewebe los; innerhalb des vom Granulationsgewebe umschlossenen Herdes findet Erweichung und langsame Resorption statt. Der immer mehr schrumpfende Herd wird allmählich nach der Oberfläche vorgeschoben und nach 3—4 Wochen oder auch später, je nach der Grösse des ursprünglichen Entzündungsherdes, zeigt der Muskel selbst keinerlei Veränderung mehr. Nur unter der Haut findet man noch einen etwa linsengrossen flachen, verschieblichen Körper, der aus einer ziemlich derben strukturlosen Masse besteht und von einer dicken Bindegewebshülle umschlossen ist (siehe Tafel IX, Fig. 2). Während die peripher gelegene Bindegewebszone derbfaserig und mässig kernhaltig ist, erscheint das in nächster Umgebung des erwähnten Körperchens liegende Bindegewebe locker, kernreich und von zahlreichen neugebildeten Gefässen durchzogen. Nach weiteren 2—3 Wochen ist auch dieser Rest nekrotischen Gewebes resorbiert und keinerlei sichtbare Veränderung erinnert mehr an die bestandene schwere Schädigung des Gewebes.

Von verschiedener Seite ist die vorstehend beschriebene Muskelveränderung bei Tauben als charakteristisch für Geflügelcholera bezeichnet worden, sodass durch diese allein schon die Diagnose gesichert erscheinen könnte. Durch mehrfache Impfversuche mit anderen Bakterienarten konnte jedoch festgestellt werden, dass diese Muskelentzündung auch durch Schweineseuche-, Schweinepest- und Kolibakterien, ferner durch faulendes Wasser, durch Einimpfung von Aufschwemmungen aus faulen Organen usw. hervorgerufen werden kann, eine Tatsache, auf die übrigens bereits Colin, Cornil und Babes hingewiesen haben.

Bei Hühnern zeigt der entzündete Muskel nach intramuskulärer Impfung mit einer Reinkultur der Hühnercholerabazillen in der Regel eine weissliche Verfärbung. Am Rande des Entzündungsherdes finden sich im Muskelgewebe häufig punktförmige Blutaustritte.

Elektive Impfung bei Tauben.

Während die Impfung in den Brustmuskel der Taube bei frischem oder nur wenig verunreinigtem Material ihren Zweck ganz gut erfüllt, stellen sich der Sicherung der Diagnose bezw. der Gewinnung einer Reinkultur sofort Schwierigkeiten entgegen, sobald verunreinigte oder hochgradig faule Impfstoffe zur Verwendung kommen. Für diese Fälle empfiehlt sich die subkutane Impfung und zwar unter die Haut des Brustmuskels als wirklich elektive Impfung.

In mehr als 25 Versuchen gelang auf diese Weise die Züchtung der Geflügelcholerabakterien in Reinkultur unmittelbar aus dem Herzblut des Impftieres, trotzdem das Impfmaterial das denkbar ungünstigste war. So wurde aus etwa 5 g Leber einer Gans, die nach stattgehabter Sektion 23 Tage lang 1 m tief vergraben gelegen hatte, mit 5 ccm physiologischer Kochsalzlösung eine Aufschwemmung hergestellt. Die Leber bildete nur noch eine schmierige, graubraune mit Erde vermischte übelriechende Masse. In einem Ausstrichpräparat aus der Aufschwemmung liessen sich zahlreiche Bakterien verschiedener Art nachweisen, während die Bazillen der Hühnercholera selbst nicht mit Sicherheit zu erkennen waren. Von dieser Aufschwemmung wurden 2 ccm einer Taube unter die Haut des rechten Brustmuskels injiziert. In einem anderen Falle waren die inneren Organe einer an Geflügelcholera verendeten Taube in einer grossen offenen Glasschale über 1 m tief unter Dünger vergraben worden. Nach 7 Tagen hatten sich die Organe in eine nahezu unkenntliche hochgradig faule, in Jauche eingebettete breiige Masse verwandelt. 2 ccm einer solchen Aufschwemmung aus verfaulter Leber und aus Darminhalt töteten eine Taube nach subkutaner Impfung innerhalb 20 Stunden. Ferner wurden einer Taube 2 ccm einer Aufschwemmung aus Rattenkot, der von einer mit Geflügelcholerabazillenhaltigen Organen gefütterten Ratte stammte, subkutan injiziert. Das Tier erlag diesem Eingriff nach 20 Stunden.

Es würde zu weit führen, alle hierher gehörigen Fälle einzeln aufzuführen; regelmässig aber war das Ergebnis der Impfung geradezu frappierend: die Züchtung der Reinkultur von Geflügelcholerabazillen gelang sowohl aus dem Herzblut der injizierten Taube als auch aus der Leber ohne Schwierigkeit, selbst wenn die Tiere erst mehrere Stunden nach dem Tode zur Sektion gelangten. An der Impfstelle zeigte sich etwa in Ausdehnung eines Fünfmarkstückes die Haut gelblich verfärbt, zwischen Haut und Fascie ein ausgedehntes speckiges Infiltrat von eigenartig gelber Farbe, der unter der Fascie liegende Muskel zeigte keine Veränderung. Im übrigen entsprach das pathologisch-anatomische Bild dem bei Tauben, welche der Geflügelcholera erlegen sind, allgemein anzutreffenden Befunde: Seröse Perikarditis, Lungenödem, Stauungsleber, Milzschwellung, hämorrhagische Enteritis. (Der Darminhalt war infolge reichlicher Blutbeimengung oft pflaumenmusartig.) Im Herzblut sowohl wie in den Organen fanden sich zahlreiche Geflügelcholerabazillen in Reinkultur.

Zur erfolgreichen Durchführung dieser stets zuverlässigen elektiven Impfung ist eine Verletzung des Muskels sorgfältig zu vermeiden, da, wie bereits erwähnt, bei Verimpfung fauligen oder sonstwie hochgradig verunreinigten Materiales in den Muskel

eine Prüfung, ob infektionstüchtige Geflügelcholerabazillen im Impfstoffe vorhanden sind oder nicht, erschwert bezw. unmöglich ist.

Hierüber angestellte Versuche, zu welchen Aufschwemmungen aus Rattenkot und verfaulten Organen verwendet wurden, haben ergeben, dass durch die intramuskuläre Impfung die Gewinnung einer Reinkultur unmöglich ist. Es bildete sich nämlich nach Einspritzung von je 2 ccm solcher Aufschwemmungen im Brustmuskel jedesmal eine etwa kirschgrosse Zerfallshöhle mit jauchigem, übelriechendem, schmierigem, manchmal mit geronnenem Blut vermischtem graubraunem Inhalt. Diese rasche Einschmelzung des Muskelgewebes, bedingt durch den hochgradig entzündlich wirkenden Reiz der injizierten faulen Flüssigkeiten, führte naturgemäss zu einer vielfachen Eröffnung von Blutgefässen, wodurch nicht nur die Bakterien der Geflügelcholera, sondern auch andere Bakterienarten in grosser Zahl in den Körper einzudringen vermochten. In Ausstrichen aus Herzblut und Organen fanden sich denn auch zahlreiche Bakterien verschiedenster Art, selbst wenn die Kadaver sofort nach dem Eintritte des Todes eröffnet wurden.

Soll die subkutane Methode wirklich ihre elektive Wirkung entfalten, so erfordert allerdings die Injektion unter die Haut einige Vorsicht, da schon Verletzungen der Fascie diese Wirkung beeinträchtigen können. Aber bei Beachtung dieser Vorsichtsmassregel ging nach subkutaner Impfung mit Geflügelcholerabazillenhaltigem Material, selbst wenn es noch so faul war, keine einzige Taube an einer accidentellen Erkrankung zugrunde.

Waren im Impfmaterial durch zu lange einwirkende Fäulnis die Bazillen der Geflügelcholera abgestorben, so blieben die Tiere bei andauerndem Wohlbefinden am Leben. Das durch die Injektion verursachte Infiltrat trocknete nach Abstossung der nekrotischen Epidermis ein, der Schorf stiess sich nach kurzer Zeit ab und unter demselben kam die neue zarte Epidermis zum Vorschein. Nach etwa 3—4 Wochen war keine Spur des überstandenen Eingriffes mehr bemerkbar.

Die kutane Impfung, das Einreiben von infektiösem Material auf oberflächlich skarifizierte oder unverletzte Haut, führte bei gleichzeitig angestellten Versuchen zu keinem befriedigenden Resultat, da gegenüber der subkutanen Impfung nur bedeutend kleinere Mengen des verunreinigten oder fauligen Materiales zur Verwendung kommen konnten.

Während Tauben für Geflügelcholera sehr empfänglich sind, zeigen Hühner oft eine auffallende Widerstandsfähigkeit sowohl bei künstlicher als auch natürlicher Infektion. Die Empfänglichkeit des Geflügels für Infektion auf natürlichem Wege soll an anderer Stelle erörtert werden.

Sperlinge und ihnen verwandte kleine Vögel sind für Geflügelcholera sehr empfänglich und erliegen der Infektion durch Aufnahme von Futter, das mit bazillenhaltigem Material (Kot, Blut) vermengt ist, bereits innerhalb 24 Stunden. Die pathologisch-anatomischen Veränderungen bestehen hauptsächlich in Milzschwellung und hämorrhagischer Enteritis. Der Darmkanal erscheint fast in ganzer Länge durch den kaffeesatzfarbigen, stark bluthaltigen Inhalt braunschwarz verfärbt. In diesem Darminhalt sowie in dem vor dem Tode entleerten Kote liessen sich stets durch Verimpfung auf Tauben virulente Geflügelcholerabazillen nachweisen.

Der Sperling, dieser unzertrennliche Gast des Geflügelhofes, kann also für die Übertragung von Geflügelcholera von Gehöft zu Gehöft in Betracht kommen, zumal diese Tiere meist in grösserer Zahl in den Hühnerhöfen sich einzustellen pflegen.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der grauen Maus und der Ratte. Graue Mäuse — Hausmäuse sowohl wie Feldmäuse — können durch Verfütterung kleinster Organstückchen aus Geflügelcholerakadavern innerhalb 24 Stunden tödlich infiziert werden. Der Kot enthält gleichfalls die Bazillen der Hühnercholera. Durch Mäuse ist eine Übertragung um so eher möglich, da bekanntlich Hühner sehr gerne Mäuse fressen und so mit diesem Futter eine grosse Anzahl virulenter Keime in sich aufnehmen können.

Die Ratte ist für die Infektion durch Fütterung ziemlich unempfänglich. In drei Versuchen gelang es nur einmal, ein allerdings noch junges Tier durch zweitägige Fütterung mit den Organen einer an Geflügelcholera eingegangenen Ente tödlich zu infizieren. Der Tod erfolgte erst 16 Tage nach der Fütterung. Das Tier war mit Ausnahme der beiden letzten Tage vollkommen munter geblieben. Bei der Sektion fand sich exsudative Pleuritis und Perikarditis, Milzschwellung, Stauungsleber und Stauungsnieren, hämorrhagische Enteritis des Dünndarmes. Im Herzblut liessen sich nur mittelzahlreiche polgefärbte Stäbchen nachweisen, dagegen zahlreiche in Ausstrichpräparaten aus Milz und Leber. Eine Taube erhielt 2 ccm einer Aufschwemmung des hämorrhagischen Darminhaltes unter die Haut der Brust injiziert und ging innerhalb 20 Stunden an typischer Geflügelcholera zugrunde. Aus dem Herzblut wurden Geflügelcholerabazillen in Reinkultur gezüchtet.

Unter Umständen ist bei einem so langen Zeitraum zwischen Infektion und Tod die Möglichkeit der Verbreitung des Ansteckungskeimes und damit einer Übertragung der Seuche viel grösser als bei akutem Verlauf. Es muss allerdings hinzugefügt werden, dass der frisch entleerte Kot dieser Ratte 5 Tage nach der letzten Fütterung keine infektionstüchtigen Bazillen mehr enthalten hatte.

Empfänglichkeit der Kaninchen für Geflügelcholera.

Das Kaninchen gehört zu den für Geflügelcholera empfänglichsten Tieren, da es der Infektion, selbst nach Verimpfung kleinster Mengen von Bakterien, in kurzer Zeit erliegt und zwar vermag der Ansteckungsstoff auf natürlichem Wege ebenso leicht in den Organismus einzudringen wie bei der künstlichen Einimpfung.

Ein Zehnmillionstel Kubikzentimeter einer 20stündigen hochvirulenten Bouillonkultur, ins lockere Unterhautzellgewebe des Nackens injiziert, tötete ein ausgewachsenes Kaninchen innerhalb 54 Stunden. Die Körperwärme, welche vor der Impfung 39,2° betragen hatte, stieg 3 Stunden nach derselben nur auf 39,6°; am darauffolgenden Tage zeigte das Tier noch keinerlei auffallende Krankheitserscheinungen, die Temperatur betrug im Mittel 39,4°. Am darauffolgenden Tage morgens machte sich mässige Somnolenz bemerkbar, die Morgentemperatur war 39,1, mittags 39,0°. Das Tier frass nicht und sass fast die ganze Zeit zusammengekauert mit geschlossenen Augen im Käfig. Etwa 1 Stunde nach der Abendmessung, wobei sich eine Steigerung der Körperwärme auf 41,7° ergab, trat der Tod ein. Bei der Sektion fand sich an der Impfstelle am Nacken eine etwa kinderhandflächengrosse, weissgraue speckige Verfärbung des subkutanen Gewebes mit etwas rahmigem, leicht abstreifbarem Belag. Das Unterhautfettgewebe erschien hochgradig entzündlich gerötet. In unmittelbarer Nähe des Impfherdes lag eine etwa maiskorn-

grosse, rötlichgrau verfärbte, sehr saftreiche Nackenlymphdrüse. Die Milz erschien etwas vergrössert, die braunrote Pulpa von äusserst weicher Konsistenz. Die Leber gross, sehr blutreich. In der Pleurahöhle beiderseits je 1 ccm klaren Exsudates, ebenso einige Tropfen im Herzbeutel. Die Lungen hochgradig ödematös; die Nieren von wachsartiger Farbe. Das rotbraune Mark der Röhrenknochen zeigt an der der Knochenwand anliegenden Fläche zahlreiche punktförmige Blutaustritte. Das Rückenmark war äusserst weich, fast zerfliessend.

Die hochgradige Empfänglichkeit der Kaninchen zeigte sich auch besonders bei Versuchen, welche mit Filtraten von frischen Bouillonkulturen angestellt wurden. Zugleich liefern diese Ergebnisse einen weiteren Beweis für die auch schon von anderer Seite wiederholt betonte Unzulänglichkeit der Berkefeldfilter.

Durch Berkefeldfilter gingen die Bakterien regelmässig hindurch; dabei war es ganz gleichgültig, ob neue oder bereits gebrauchte Filter zur Gewinnung des Filtrates benutzt wurden. Das Filtrat selbst hatte jedesmal vor der Verimpfung 20 Stunden lang im Brutschrank bei 37° gestanden und wurde erst, nachdem es völlig klar geblieben war, verimpft. Das Klarbleiben des Filtrates lässt sich wohl dadurch erklären, dass nur ganz vereinzelte Bakterien das Filter passierten, die in der kurzen Zeit des Aufenthaltes im Brutschrank keine Trübung bewirkten, jedoch in die Blutbahn eines so hoch empfänglichen Tieres wie das Kaninchen gelangt, sich rasch vermehrten. In zwei Fällen gingen die Versuchstiere bereits am Tage nach der ersten Injektion von 1 bezw. 2 ccm Filtrat zugrunde, wobei sich im Blute und den Organen zahlreiche Geflügelcholerabazillen fanden; in zwei anderen Fällen waren der tödlichen Injektion in Zwischenräumen von je 8 Tagen zwei Injektionen von 1 und 2 bezw. 2 und 4 ccm Berkefeldfiltrat vorangegangen.

Was die Infektion des Kaninchens mit Geflügelcholera auf natürlichem Wege betrifft, so dürfte es wohl kaum eine Übertragungsart geben, für die dasselbe sich nicht empfänglich zeigte.

Zur tödlichen Infektion mittels Fütterung genügen einige Tropfen virulenter Bouillonkultur auf Brot geträufelt, das von den Tieren gerne gefressen wird. Daneben kann das gewöhnliche Futter verabreicht werden. Nach 24 Stunden wird das Tier auffallend ruhig, bekommt Durchfall und nimmt keine Nahrung mehr an. Nach weiteren 12 Stunden tritt bereits der Tod ein.

Sektionsbefund: Die Analgegend ist durch breiigen Kot stark beschmutzt, das Peritoneum feucht, die Darmserosa stark injiziert. Im Dickdarm breiiger, grünlicher Inhalt, dazwischen gelblicher zäher Schleim. Milz vergrössert, sehr weich, äusserst blutreich, ebenso die Leber. Nieren livide verfärbt, Gefässe der Rinde deutlich gefüllt. In der Pleurahöhle beiderseits je ca. 5 ccm klarer, seröser Flüssigkeit, Lungen ödematös, unter der Lungenpleura mehrfache punktförmige und streifige Ecchymosen. Im Herzbeutel einige Tropfen klaren Exsudates; Vorhöfe mit geronnenem, teerfarbenem Blut gefüllt. Die glandulae mesentericae superiores an der radix mesenterii vergrössert, von graurötlicher Farbe und weicher gallertiger Konsistenz. Die glandula masseterica beiderseits fast haselnusskerngross, ebenfalls sehr weich. Auch die glandulae cervicales superficiales neben der jugularis externa vergrössert. Die Darmschleimhaut zeigt makroskopisch keine Veränderung. Im Herzblut ziemlich zahlreiche Bazillen der Geflügelcholera, sehr zahlreiche in Ausstrichen aus Leber und Milz, mittelzahlreiche in Ausstrichen aus den vergrösserten Lymphdrüsen.

Eine Taube mit 0,5 ccm Darminhaltaufschwemmung aus dem Dickdarm des Kaninchens subkutan geimpft, geht innerhalb 18 Stunden an Geflügelcholera zugrunde.

Nicht nur durch die Verdauungswege allein, sondern auch durch andere Schleimhäute, ja selbst durch die bedeckende Haut hindurch vermag der Erreger der Geflügelcholera Kaninchen in kürzester Zeit tödlich zu infizieren.

Bei Verimpfung von bazillenhaltigem Material in den Bindehautsack erfolgt, wie bereits G. Mayer[1]), Römer[2]) und Hirota[3]) angeben, die Infektion des Organismus von der Nasenschleimhaut aus. Veränderungen an der Lidschleimhaut bezw. am Bulbus sollen erst dann auftreten, wenn zwischen Infektion und Tod mehrere Tage vergehen, sodass von der Nasenschleimhaut aus durch den Tränennasenkanal eine sekundäre Infektion des Bindehautsackes sich entwickeln kann. Natürlich muss bei Injektionsversuchen in den Bindehautsack jegliche Verletzung der Lidschleimhaut vermieden werden.

In einem Falle erhielt ein Kaninchen 2 Tropfen einer hochvirulenten 20stündigen Bouillonkultur in den linken Bindehautsack eingeträufelt und erlag diesem Eingriffe innerhalb 20 Stunden. Die Lidschleimhaut war blass, nur im inneren Augenwinkel in der Gegend der Tränendrüse war eine leichte Rötung der Schleimhaut zu bemerken. Dagegen zeigte sich die Schleimhaut der linken Nasenhöhle hochgradig entzündlich gerötet, auf derselben eine ziemlich reichliche Menge blutig gefärbten Schleimes. Keine Drüsenschwellung. Milz beträchtlich vergrössert, von dunkelbraunroter Farbe, sehr weich. Leber anscheinend vergrössert, sehr blutreich. Lungen ödematös, im Pleuraraum beiderseits einige Tropfen klarer Flüssigkeit. Im Herzbeutel etwa 1 ccm serösen Exsudates. Im Herzblut und in den Organen ziemlich zahlreiche Geflügelcholerabazillen.

Einem zweiten Kaninchen wurden 3 Tropfen Darminhaltes einer Ente, die infolge Fütterung mit Geflügelcholeraorganen innerhalb 24 Stunden zugrunde gegangen war, in den linken Bindehautsack geträufelt. Der Darminhalt bestand fast aus reinem Blut und war von pflaumenmusähnlicher Farbe und Konsistenz. Das Kaninchen erlag der Infektion nach 48 Stunden. Auch hier zeigte die Lidbindehaut so gut wie keine Veränderung, die Nasenschleimhaut dagegen war hochgradig entzündet und bestand ausserdem eine ziemlich beträchtliche Schwellung der Halslymphdrüsen, der übrige Organbefund glich dem eben beschriebenen.

Ein drittes Kaninchen erhielt 1 Öse Milzsaft aus der Milz des vorerwähnten Kaninchens in den Bindehautsack links eingeimpft. Tod nach 48 Stunden. Bei der Sektion zeigte sich die Bindehaut beiderseits blass, ohne jede sichtbare Veränderung. Unter der Kapsel der linken Tränendrüse fanden sich vereinzelte bis stecknadelkopfgrosse Blutaustritte, die Gefässe der Kapsel erschienen stark injiziert. Eine etwas geringere Gefässinjektion der Tränendrüse war auch rechts festzustellen. Das intraorbitale Fettgewebe beiderseits graurötlich. Die Schleimhaut der Nasenmuscheln stark gerötet, links stärker als rechts. Das subkutane Gewebe der Unterkiefer- und Halsgegend ödematös, die Hautvenen mit geronnenem Blut gefüllt. Die linke Kehlgangsdrüse geschwollen, infolge ausgedehnter Hämorrhagien unter der Kapsel von braun-

[1]) Münchener mediz. Wochenschrift 1900, S. 1169.

[2]) Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten, Band XXXII, Heft 2.

[3]) Zentralblatt für Bakteriologie etc., Band XXXI, Nr. 6, S. 225.

roter Farbe; das gleiche Bild bieten die oberflächlichen und tiefen Lymphdrüsen der linken Halsseite. Die Lymphdrüsen rechts erscheinen gleichfalls vergrössert, jedoch ohne Hämorrhagien. Die Thymusdrüse gross, von rötlichgrauer Farbe, Gefässe der Kapsel stark injiziert. Weiter war zu beobachten: Stauungsleber; in der Leber feinste punktförmige graugelbe Einlagerungen, die Milz kissenförmig geschwollen, Pulpa dunkelbraunrot, auf der Schnittfläche zerfliessend, Stauungsnieren, Lungenödem, ferner exsudative Pleuritis und Perikarditis. Im Herzblut und in Ausstrichen aus den Organen zahlreiche polgefärbte Stäbchen der Geflügelcholera.

Die Impfversuche auf die bedeckende Haut wurden in der Weise angestellt, dass der Impfstoff sowohl auf die völlig unverletzte als auch auf die rasierte Haut aufgetragen wurde.

Bei Einreibung kleinster Mengen infektionstüchtigen Impfmateriales auf die rasierte Bauchhaut starben die Tiere ausnahmslos innerhalb 20 Stunden und es zeigte sich das subkutane Gewebe an der Impfstelle mässig infiltriert, von speckiggelber Farbe mit einzelnen Hämorrhagien; ausserdem geringes Lungenödem, Pleura- und Peritonealhöhle feucht, Milz etwas vergrössert. In den Organen und im Herzblut waren zahlreiche Geflügelcholerabazillen nachweisbar.

Nach Einreibung von bazillenhaltigem Darminhalt oder Organsaft auf die völlig unverletzte Haut der Kaninchen vergingen durchschnittlich 2—3 Tage bis zum Tode des Versuchstieres. Bei der Sektion war weder auf der Haut noch im subkutanen Gewebe — mit Ausnahme einer mässigen Gefässinjektion — makroskopisch irgendwelche Veränderung nachweisbar. Die zunächst gelegenen Lymphdrüsen waren geschwollen, rötlichgrau, sehr weich. Im Herzbeutel fand sich etwa 1 ccm serösen Exsudates, die Gefässe des Epikards waren injiziert, der Herzmuskel schlaff, die Vorhöfe mit teerfarbenem, geronnenem Blut gefüllt, die Lungen hochgradig ödematös, blassrot, aus den durchschnittenen Gefässen entleerte sich geronnenes Blut, im Pleuraraum beiderseits je ca 3 ccm klarer Flüssigkeit mit gallertigen Flocken vermischt. Ausserdem war zu beobachten: Stauungsleber, Stauungsnieren, Milzschwellung. Im Herzblut und in Ausstrichen aus den Organen fanden sich zahlreiche polgefärbte Stäbchen.

Empfänglichkeit der Meerschweinchen für Geflügelcholera.

Was die Empfänglichkeit des Meerschweinchens für Geflügelcholera betrifft, so wird diese Tiergattung in den meisten gebräuchlichen Lehrbüchern als dafür nahezu unempfänglich bezeichnet. Dies entspricht jedoch nicht ganz den tatsächlichen Verhältnissen.

Im Jahre 1899 kam schon Tjaden[1]) durch seine Untersuchungen über die Empfänglichkeit der Meerschweinchen für Geflügelcholera zu dem Ergebnisse, dass bei intraperitonealer Injektion von 0,01 mg einer 20 stündigen Bouillonkultur — ohne jede vorherige Anzüchtung — ein Meerschweinchen von 420 g der Infektion innerhalb 24 Stunden erlag. Grössere Verdünnungen wurden mit Rücksicht auf das Tiermaterial

[1]) Tjaden: Einige Bemerkungen zur Empfänglichkeit der Meerschweinchen gegen den Erreger der Hühnercholera. Zentralblatt für Bakteriol. u. Parasitenk. 1899, Band XXV., S. 224.

nicht verimpft. Subkutane Injektion von 0,5 g tötete Meerschweinchen von über 400 g in 2—3 Tagen. Nach subkutaner Verimpfung von 0,1 g Bouillonkultur auf ein ausgewachsenes Meerschweinchen bildete sich ein lokaler Abscess, das Tier magerte allmählich ab, am neunten Tage trat Lähmung der hinteren Extremitäten auf, am zehnten Tage ging das Tier zugrunde. Während im Blut und in den Organen keine Bakterien nachgewiesen werden konnten, fanden sich dieselben zahlreich im Abscesseiter. Durch Verimpfung von Bouillonkultur in den Bindehautsack gelang bei zwei Versuchen einmal die tödliche Infektion des Versuchstieres.

Trotz dieser positiven Ergebnisse findet man in neueren Arbeiten noch immer die geringe Empfänglichkeit der Meerschweinchen für Geflügelcholera erwähnt. So schreibt Stang[1]) in seiner Dissertation 1901: „Bekanntlich hat eine subkutane Injektion hochvirulenter Geflügelcholerakultur bei Meerschweinchen nur Abscessbildung zur Folge.“ Ferner wird von Stang und Pfersdorff[2]) die Unempfänglichkeit des Meerschweinchens für subkutane Impfung mit Geflügelcholera als differenzialdiagnostisches Moment zwischen Geflügelcholera und Schweineseuche benutzt. Hiervon am Schlusse dieser Abhandlung.

Zu meinen Untersuchungen über diese Frage wurde eine frisch aus dem Hühnerkörper gezüchtete hochvirulente Kultur verwendet. Das Ergebnis der Versuche war folgendes:

Einer intraperitonealen Injektion gegenüber zeigten sich die Meerschweinchen hochgradig empfänglich, indem ein zehnmillionstel Kubikzentimeter einer 20 stündigen Bouillonkultur Tiere im Gewicht von 260—300 g innerhalb 20 Stunden zu töten vermochte. Ein Meerschweinchen von 150 g Gewicht ging nach intraperitonealer Injektion von ein hundertmillionstel Kubikzentimeter der gleichen Kultur innerhalb 18 Stunden zugrunde. Auf gleichzeitig mit der genannten Verdünnung angelegten Agarplatten waren durchschnittlich 1—3 Kolonien gewachsen. Bei der Sektion des Tieres fand sich eine hochgradige Injektion des parietalen und visceralen Peritoneums. In der Peritonealhöhle waren etwa 2 ccm trüben, fadenziehenden Exsudates, die Milz nicht vergrössert, die Leber sehr blutreich, dunkelbraunrot. In der Pleurahöhle beiderseits fanden sich je $\frac{1}{2}$—1 ccm klarer Flüssigkeit, im Herzbeutel einige Tropfen klaren Exsudates; im Herzblut waren mittelzahlreiche, im Milzsaft zahlreiche polgefärbte Stäbchen der Geflügelcholera, in Ausstrichen aus dem Peritonealexsudat massenhaft Geflügelcholerabazillen vorhanden (Stäbchen an Stäbchen). Es erscheint geradezu auffallend, wie zahlreich sich in so kurzer Zeit einzelne Bazillen im Tierkörper zu vermehren vermögen.

Ausser in den Organen und im Peritonealexsudat finden sich die Bakterien noch im pleuritischen und perikarditischen Exsudat, im Rückenmark, Knochenmark und den Geschlechtsdrüsen.

Für subkutane Impfung mit Geflügelcholerabazillen zeigt das Meerschweinchen allerdings eine ziemlich hochgradige Widerstandsfähigkeit, doch ist von einer absoluten

---

[1]) Stang: Zur Kenntnis der Toxinbildung des Bact. avicidum. Inaug. Diss., Bern 1901.

[2]) Stang u. Pfersdorff: Zur Empfänglichkeit der Schweine für Geflügelcholera, Deutsche tierärztl. Wochenschrift 1901, S. 139.

Unempfänglichkeit für diese Art der Infektion keine Rede. Die Empfänglichkeit ist abhängig sowohl von der Grösse des Impftieres und der Menge des zu verimpfenden Materiales als auch vom Orte der Injektion und dem Umstande, ob der Impfstoff konzentriert oder verdünnt injiziert wird.

Wurden Meerschweinchen von 400—500 g Gewicht 0,5 ccm Bouillonkultur desselben Stammes, wie zur intraperitonealen Impfung benutzt, unverdünnt ins Unterhautzellgewebe am Bauche injiziert, so gingen die Tiere nach 8—9 Tagen ein. 2 bis 3 Tage nach der Impfung erschienen dieselben vollständig munter; an der Impfstelle bildete sich ein ausgedehntes, ziemlich derbes Infiltrat, das am dritten Tage von der Symphyse bis zur Brust reichte und äusserst druckempfindlich erschien. Am fünften Tage begann das Infiltrat zentral zu erweichen, die Tiere blieben ziemlich munter, bei guter Fresslust. 7 Tage nach der Impfung brach der ziemlich grosse Abszess spontan auf, wobei sich eine reichliche Menge rahmig-eitrigen Inhaltes entleerte. Am achten bezw. neunten Tage morgens wurden die Versuchstiere tot gefunden. Die hauptsächlichsten anatomischen Veränderungen bestanden in einer doppelseitigen serösen Pleuritis und einer serofibrinösen Perikarditis. In den Organen und Exsudaten fanden sich zahlreiche Geflügelcholerabazillen.

Wurden jedoch gleichschweren Tieren 0,5 ccm virulenter Bouillonkultur in das lockere, fettreiche Unterhautzellgewebe des Nackens injiziert, so gingen dieselben bereits nach 6 Tagen an Geflügelcholera zugrunde. Kleinere Mengen als 0,5 ccm vermochten Meerschweinchen von 500 g und darüber in der Regel nur dann tödlich zu infizieren, wenn die Kultur mit einer entsprechenden Menge Flüssigkeit verdünnt injiziert wurde. So ging ein Meerschweinchen von 570 g, dem 0,3 ccm einer 20 stündigen Bouillonkultur mit 3 ccm physiologischer Kochsalzlösung verdünnt unter die Bauchhaut injiziert wurden, bereits innerhalb 48 Stunden an Geflügelcholera zugrunde. Junge Tiere von 170—200 g acquirierten nach Injektion von 0,2 ccm unverdünnter Bouillonkultur unter die Bauchhaut einen lokalen Abszess, der am fünften bis sechsten Tage aufbrach und nach weiteren 12 Tagen durch feste Narbenbildung heilte. Wurde aber die gleiche Menge Kultur mit 1,8 ccm Kochsalzlösung verdünnt an gleicher Stelle injiziert, so starben die Versuchstiere schon nach 24 Stunden an Geflügelcholera. Erfolgte die Injektion nicht in das straffe Unterhautzellgewebe des Bauches, sondern unter die Haut des Nackens, so genügten bei Meerschweinchen von 170 g Gewicht 0,1 ccm Bouillonkultur mit 0,9 ccm Kochsalzlösung verdünnt zur tödlichen Infektion innerhalb 20 Stunden, während die Injektion von 0,1 ccm unverdünnter Kultur den Tod des Versuchstieres innerhalb 48 Stunden herbeiführte.

Eine Erklärung für die unverhältnismässig grössere Empfänglichkeit der Meerschweinchen bei intraperitonealer Injektion gegenüber der subkutanen Impfung lässt sich wohl in dem Umstande finden, dass in der Bauchhöhle selbst vereinzelte Bazillen der Geflügelcholera die denkbar günstigsten Bedingungen zu ihrer rapiden Vermehrung finden und durch die Lymphspalten des Bauchfelles den Organismus in kürzester Zeit überschwemmen. Bei der enormen Vermehrung der Bakterien muss natürlich auch mit den von denselben gebildeten Toxinen gerechnet werden.

Aber auch die Versuche über die Einwirkung der Geflügelcholerabazillen auf

Meerschweinchen bei subkutaner Injektion haben ergeben, dass Meerschweinchen auf diesem Wege tödlich infiziert werden können. Es kommt zwar an der Impfstelle zunächst meist nur zur Bildung eines lokalen Abszesses, aber von hier aus kann eine Einwanderung von Bakterien — wenn auch in geringer Zahl — in die Blutbahn erfolgen. Durch die langsame aber stetige Einwanderung der Bakterien ins Blut wird der Organismus allmählich so geschwächt, dass seine Widerstandsfähigkeit erlischt und die Bakterien ihre tödliche Wirkung entfalten können.

Meerschweinchen, welche die subkutane Impfung gut überstanden hatten, zeigten bei nachfolgender intraperitonealer Impfung keinerlei Impfschutz, indem sie nach intraperitonealer Injektion von ein zehnmillionstel Kubikzentimeter Bouillonkultur ebenso wie nicht vorbehandelte innerhalb 20 Stunden der Infektion erlagen.

Wiederholte Versuche, Meerschweinchen vom Bindehautsack aus zu infizieren, schlugen fehl; auch Impfungen auf die unverletzte oder skarifizierte Haut hatten keinerlei Erfolg.

Ausser gegen die kutane Impfung und die Infektion vom Bindehautsack aus erweisen sich Meerschweinchen auch gegen Fütterung äusserst widerstandsfähig. Ein Meerschweinchen von 270 g Körpergewicht erhielt 6 Tage lang Weissbrot mit je 5 ccm virulenter frischer Bouillonkultur angefeuchtet als Futter. Daneben wurden noch Mohrrüben und Kohl verfüttert. 4 Tage nach Beginn der Fütterung erschien das Tier weniger munter, doch blieb die Fresslust gut. Der Kot war von breiig-weicher Konsistenz mit ziemlich reichlicher Schleimbeimengung und enthielt virulente Geflügelcholerabazillen, wie durch subkutane Verimpfung von 1 ccm Kotaufschwemmung bei einer Taube festgestellt werden konnte. Trotz reichlichen Futters magerte das Tier sichtlich ab und betrug das Gewicht am letzten Fütterungstage nur noch 155 g. Zwölf Tage später hatte sich das Versuchstier wieder vollständig erholt und auch nicht unerheblich an Gewicht zugenommen, indem letzteres bereits wieder 220 g betrug.

Die von Marchiafava und Celli festgestellte Tatsache, dass die Bazillen der Geflügelcholera bei trächtigen Meerschweinchen durch die Plazenta hindurch auf den Fötus übergehen, fand in mehreren Versuchen ihre Bestätigung.

Zwei von der Versuchsanordnung vorgenannter Autoren abweichende diesbezügliche Untersuchungen verdienen eingehendere Erwähnung:

Ein in der neunten Woche trächtiges Meerschweinchen von 550 g erhielt am 12. August 1902 0,2 ccm 20stündiger hochvirulenter Bouillonkultur ins Unterhautzellgewebe des Nackens injiziert. Am 13. August ausgedehnte Infiltration in der Nackengegend. Das Tier weniger munter. Am 14. August erstreckte sich das Infiltrat über den ganzen Nacken bis zur rechten Schulter. Am gleichen Tage nachmittags warf das Versuchstier zwei vollständig ausgetragene tote Junge. Die Sektion derselben ergab:

Hochgradige Injektion des Unterhautzellgewebes. Die Lungen fleischfarben, luftleer, sehr blutreich. Leber rötlichgelb, verfettet, äusserst brüchig. Im Herzblut und in Ausstrichen aus den verschiedenen Organen vereinzelte polgefärbte Stäbchen.

Eine Taube, mit 1 ccm Leberaufschwemmung intramuskulär geimpft, ging nach 20 Stunden an typischer Geflügelcholera zugrunde. Die Untersuchung des Kotes des

Muttertieres ergab bis zum 28. August — also noch 16 Tage nach der Impfung — ein positives Resultat. Am 24. August erfolgte die spontane Eröffnung eines grossen Abszesses in der rechten Schultergegend, aus dem sich reichlicher, rahmig-eitriger Inhalt entleerte. Am 1. September war die grosse Geschwürsfläche grösstenteils vernarbt, nur in einer kleinen Hauttasche fand sich noch ein etwa hanfkorngrosser Rest von Eiter. Dieser wurde in Kochsalzlösung aufgeschwemmt einer Taube intramuskulär eingeimpft. Letztere ging schon am nächsten Tage an Geflügelcholera zugrunde. Es hatten sich also die Bakterien 20 Tage lang an der Impfstelle virulent erhalten. Das Meerschweinchen, dessen Kräftezustand während dieser Zeit ziemlich geschwächt erschien, erholte sich nach Ausheilung des Abszesses rasch wieder.

In einem weiteren Versuche wurden einem hochträchtigen Meerschweinchen von 660 g am 10. Oktober 1902 0,2 ccm einer frisch aus einem Gänsekadaver gezüchteten Bouillonkultur unter die Haut des Nackens gespritzt. Am folgenden Tage warf dasselbe drei ausgetragene Junge. Nach dem Lungenbefunde waren zwei totgeboren, während das dritte unmittelbar nach der Geburt einigemale geatmet haben musste, da sich in der unter der Wasseroberfläche schwimmenden fleischfarbenen Lunge einzelne rosarote lufthaltige Herde fanden. Auch bei diesen Tierchen war die Leber hochgradig verfettet. In Ausstrichen aus Herzblut und den einzelnen Organen fand sich hier und da ein polgefärbtes Stäbchen. Der Impfversuch mit Leberaufschwemmung fiel auch hier positiv aus. Das Befinden des Muttertieres verschlechterte sich am gleichen Tage zusehends, es sass ruhig mit gesträubtem Haarkleid in seinem Behälter, nahm keine Nahrung zu sich und ging etwa 48 Stunden nach der Impfung zugrunde.

Sektionsbefund: Am Nacken ausgedehnte etwa 0,5 cm hohe speckig-hämorrhagische Infiltration des Unterhautzellgewebes, bis zum rechten Schulterblatt sich erstreckend. Peritoneum stark injiziert. In der Peritonealhöhle etwa 2 ccm trüber, schleimiger Flüssigkeit. Milz nicht vergrössert, graurot. Leber sehr blutreich. Lungen ohne sichtbare Veränderung. In der Pleurahöhle beiderseits je 1 ccm klaren, serösen Exsudates Die Serosa beider Uterushörner braunrot verfärbt, die Schleimhaut gequollen, dunkelbraunrot, mit locker geronnenem Blut belegt. In Ausstrichen aus dem Herzblut und den Organen zahlreiche polgefärbte Stäbchen, sehr zahlreiche im Peritonealexsudat.

Dem anatomischen Befunde nach zu schliessen, war das Tier nicht direkt der subkutanen Injektion erlegen, es schien vielmehr eine von der infizierten Schleimhaut des Uterus ausgehende sekundäre Entzündung des Bauchfells den Tod herbeigeführt zu haben.

Ausser in diesen beiden ad hoc angestellten Versuchen konnte der Übergang der Geflügelcholerabazillen durch die Placenta auf den Fötus wiederholt in Fällen nachgewiesen werden, bei welchen in den ersten Wochen trächtige Meerschweinchen nach intraperitonealer Impfung zur Sektion gelangten. Hier fanden sich die Bakterien sowohl in der Placenta als auch in den fötalen Organen.

Wie erwähnt, haben Stang und Pfersdorff auf Grund der allgemein angenommenen Unempfänglichkeit der Meerschweinchen für subkutane Impfung mit Geflügelcholera diese Impfung zur Differenzialdiagnose zwischen Schweineseuche und Geflügelcholera angewendet. Bei einer im Januar 1901 auf einem Gehöfte unter Hühnern, Truthühnern und Schweinen ausgebrochenen Seuche wurde durch bakterio-

logische Untersuchung beim Geflügel sowohl wie bei den Schweinen der gleiche Mikroorganismus als Krankheitserreger festgestellt. Gemäss der Angabe, dass Meerschweinchen auf subkutane Impfung mit Geflügelcholera nur mit Abszessbildung an der Impfstelle reagieren, während die gleiche Impfung mit Schweineseuche den Tod der Versuchstiere herbeiführen soll, wurden zwei Meerschweinchen mit einer bezw. zwei Ösen einer mehrtägigen Agarkultur der fraglichen Krankheitskeime geimpft. Der Erfolg der Impfung sprach nach Ansicht beider Autoren für Geflügelcholera und schlossen sie aus demselben, dass sowohl das Geflügel als auch die Schweine an Geflügelcholera zugrunde gegangen waren.

Diese Schlussfolgerung wäre wohl weniger leicht geworden, wenn gleichzeitig eine Kontrollimpfung von Meerschweinchen mit einer Schweineseuchekultur vorgenommen worden wäre. Haben doch wiederholte von mir ausgeführte Versuche mit vollvirulenter Schweineseuchekultur ergeben, dass Meerschweinchen nach subkutaner Impfung mit Schweineseuche gleichfalls nur mit Abszessbildung reagieren.

Die von Stang und Pfersdorff gleichzeitig an zwei Tauben vorgenommene Impfung mit einem tausendstel bezw. einem zehntausendstel Kubikzentimeter einer 36 stündigen Bouillonkultur hatte den Tod der Versuchstiere nach 16—17 Stunden zur Folge, ein Ergebnis, welches bei der relativ grossen Menge des Impfstoffes nicht ausschliesslich auf Geflügelcholera schliessen lässt. Gelang es doch bei den diesseitigen Versuchen über Empfänglichkeit von Tauben für Schweineseuche den Tod derselben durch intramuskuläre Verimpfung eines zehntausendstel Kubikzentimenters Bouillonkultur eines hochvirulenten Schweineseuche-Stammes innerhalb 18—24 Stunden herbeizuführen, während nach Einimpfung von einem hunderttausendstel Kubikzentimeter eines anderen Stammes der Tod nach 3—4 Tagen erfolgte. Der Sektionsbefund der an Schweineseuche zugrunde gegangenen Tauben unterschied sich in nichts von dem bei Geflügelcholera beobachteten.

Da nun einerseits in mehreren Versuchen die Empfänglichkeit von Hühnern und Tauben für Schweineseuche und von Schweinen für Geflügelcholera festgestellt werden konnte, andererseits bei der ausserordentlich nahen Verwandtschaft beider Bakterienarten eine Anpassung an die eine oder andere Tierspezies wohl denkbar ist, so dürfte in Fällen, wie der von Stang und Pfersdorff beobachtete, eine Differenzierung äusserst schwierig sein.

Aus den Versuchen, welche die Prüfung der Empfänglichkeit des Geflügels für Schweineseuche bezw. des Schweines für Geflügelcholera bezweckten, verdienen zwei besonderer Erwähnung:

Im ersten Falle wurde ein Huhn mit den Organen eines nach intramuskulärer Injektion von 0,2 ccm Schweineseuche - Bouillonkultur innerhalb 48 Stunden eingegangenen Huhnes gefüttert. Am sechsten Tage nach der Aufnahme des infizierten Futters ging das Huhn zugrunde. Die ersten Krankheitserscheinungen — Mattigkeit, schwankender Gang, vermehrtes Durstgefühl — wurden etwa zwei Tage nach der Fütterung beobachtet. Bei der Sektion zeigten die pathologisch - anatomischen Veränderungen grosse Ähnlichkeit mit jenen bei Geflügelcholera.

Im zweiten Falle waren einem Ferkel von 5 kg Gewicht 5 Tropfen Geflügel-

cholera-Bouillonkultur auf eine oberflächlich skarifizierte, nicht blutende Hautstelle des linken Ohres aufgeträufelt worden. Vier Tage nach diesem Eingriffe erschien das bisher muntere Tier krank, es frass schlecht und blieb die meiste Zeit ruhig auf der Streu liegen. Am siebenten Tage morgens wurde es tot gefunden. Die Gewichtsabnahme betrug 1 kg. Die Sektion ergab folgenden Befund:

Starke Injektion und Infiltration des Gewebes an der mit einer oberflächlichen Borke bedeckten Impfstelle, Schwellung der Lymphdrüsen der linken Nacken- und Halsseite, seröses Exsudat im Herzbeutel, Lungenödem, Milzschwellung, beginnende seröse Peritonitis. Im Herzblut wurden vereinzelte polgefärbte Stäbchen, ziemlich zahlreiche in den Ausstrichen aus den Organen gefunden.

Wie kommt die natürliche Infektion beim Geflügel zu Stande?

Von grossem praktischen Interesse ist eine genaue Prüfung und Feststellung all' jener Wege, auf denen unter natürlichen Verhältnissen der Erreger der Geflügelcholera in den Geflügelkörper einzudringen vermag, da sich hierbei mancher Anhaltspunkt für die erfolgreiche Bekämpfung der Seuche gewinnen lässt.

Als Hauptquelle der Infektion wird beim Geflügel gewöhnlich die Aufnahme der Krankheitserreger mit dem Futter oder Wasser betrachtet. Zahlreiche eingehende Untersuchungen haben ergeben, dass ausser durch die Verdauungswege der Ansteckungsstoff noch auf anderen den natürlichen Verhältnissen entsprechenden Wegen in den Organismus zu gelangen vermag. Oft liessen sich schon durch eine genauere Untersuchung der Kadaver spontan eingegangener Tiere Anhaltspunkte für den Infektionsweg finden.

Folgende Sektionsbefunde mögen zur Erläuterung dienen:

1. Huhn a: Dasselbe gehörte zu einem Transporte von zehn Hühnern, von welchen eines bei der Ankunft verendet war und drei weitere innerhalb zwei Tagen an Geflügelcholera eingingen. Das Huhn schien am Tage der Ankunft vollständig munter und bei guter Fresslust. 48 Stunden später sass das Tier ruhig da mit gesträubten Federn, verweigerte die Nahrungsaufnahme und nahm nur viel Wasser zu sich. Aus dem Käfig herausgenommen und auf den Boden gesetzt, schwankte es hin und her und nahm bald wieder seine kauernde Stellung ein. Am dritten Tage lag das Huhn völlig somnolent auf der Seite mit zuckenden Bewegungen des Kopfes und der Füsse und verendete am Nachmittage des gleichen Tages. Die Sektion hatte folgendes Ergebnis:

Mittelmässiger Ernährungszustand. Linkes Schulter- und Fussgelenk gegen rechts anscheinend verdickt. Im Herzbeutel etwa 0,5 ccm strohgelber Flüssigkeit. Herzblut geronnen, teerfarben. Mässiges Lungenödem. Milzschwellung. Leber sehr blutreich, brüchig. Dünndarmserosa stark injiziert, Darminhalt dickflüssig, von gelblicher Farbe; Schleimhaut gerötet. Die Muskulatur in der Umgebung des linken Schultergelenkes speckig-gelb verfärbt, brüchig. Nach Eröffnung des Schultergelenkes zeigen sich in der Gelenkkapsel und im Gelenkspalt krümelige, gelbe Massen; eine etwa hanfkorngrosse Menge der gleichen Masse findet sich im linken Fussgelenk. In diesem abnormen Gelenkinhalte lassen sich massenhaft polgefärbte Stäbchen nachweisen, in Ausstrichen aus Blut und Organen finden sich nur mittelzahlreiche. Eine mit etwas Aufschwemmung aus dem Gelenkinhalte intramuskulär geimpfte Taube erliegt der Geflügelcholera innerhalb 18 Stunden.

2. Huhn b: aus einem anderen Transporte stammend, spontan eingegangen drei Tage nach der Lieferung.

Sektionsbefund: Ziemlich abgemagertes Tier. Die Haut über der Brust rechts dicht am Brustbein in einer Länge von 2 cm und einer Breite von 0,5 cm speckig-gelb verfärbt; beim Einschneiden erscheint das Unterhautzellgewebe stark infiltriert, von gleicher Farbe. Herzbeutel leicht getrübt, durch ein sulziges Exsudat stark ausgedehnt. An der Herzbasis und Spitze einzelne punktförmige Hämorrhagien. Herzblut geronnen, schwarzrot. In beiden Pleuraräumen je ca. 1 ccm klarer Flüssigkeit; hochgradiges Lungenödem. Darmserosa mässig injiziert, Darminhalt graugelb, schleimig. Milz etwa kirschgross, dunkelbraunrot, sehr brüchig. Schlund-, Kehlkopf- und Luftröhrenschleimhaut mit reichlichem, gelblichem, zähem Schleim belegt, ziemlich lebhaft gerötet. An beiden Fussgelenken in der Gelenkkapsel gelber, krümeliger Inhalt mit massenhaften polgefärbten Stäbchen. Im Herzblut und in Ausstrichen aus den Organen mittelzahlreiche, im Ausstrich aus dem Herzbeutelexsudat vereinzelte, in Präparaten aus dem Infiltrate des Unterhautzellgewebes sehr zahlreiche Bakterien der Geflügelcholera; letztere wurden durch Verimpfung auf Maus, Taube und Sperling festgestellt.

3. Huhn c: Vom gleichen Transporte wie Huhn b, spontan eingegangen 38 Tage nach der Lieferung.

Sektionsbefund: Hochgradig abgemagerter Kadaver. Linke Augengegend kugelig vorgewölbt, Lidspalt verklebt. Nach Lösung der Verklebung quellen aus dem Bindehautsacke speckige, weisslichgraue übelriechende Massen hervor. Der Bulbus ist in eine 3 mm dicke Schicht solcher Massen eingebettet. Die Hornhaut verdickt, graugelb, undurchsichtig, löst sich nach leichter Berührung mit der Pinzette vom Bulbus wie ein Deckel von einem Gehäuse. Rechts erscheint die Bindehaut etwas gerötet. Die Schleimhaut der Nasenhöhlen ist entzündlich gerötet, gequollen, mit schleimigem gelblichem Sekret bedeckt. Milz mässig vergrössert, die übrigen Organe der Bauchhöhle ohne besonderen Befund· Herzbeutel trüb, Lungen ohne Veränderung. Im Ausstriche aus dem Inhalte des Bindehautsackes zahlreiche Bakterien verschiedener Art. Eine mit der Aufschwemmung eines Krümelchens dieses Inhaltes subcutan geimpfte Taube ging nach 24 Stunden an typischer Geflügelcholera zugrunde. In Ausstrichen aus dem Herzblut und den Organen des Huhnes liessen sich mikroskopisch Geflügelcholerabazillen nicht nachweisen, ein Befund, der bei chronisch verlaufenden Fällen ziemlich regelmässig ist.

4. Hahn d: Von einem dritten Transporte von zehn Hühnern stammend, einen Tag nach der Lieferung gestorben. Das Tier hatte schon bei seiner Ankunft einen schwer kranken Eindruck gemacht.

Sektionsbefund: Abgemagerter Kadaver. Der linke Kehllappen ist etwa um das Dreifache verdickt, das Gewebe von ziemlich derber Konsistenz und speckig gelber Farbe. Das Unterhautzellgewebe der Umgebung in einer Länge von 3 cm speckig infiltriert, gleichfalls von gelber Farbe. Im Kehlkopf und Schlund der Schleimhaut fest anhaftender zäher Schleim. Herzbeutel durch gallertiges Exsudat prall ausgedehnt. Auf der Vorderfläche des linken Ventrikels einige fast hanfkorngrosse gelbliche Herde, von einem rötlichen Saum umgeben. Im Pleuraraum beiderseits einige Tropfen klarer Flüssigkeit; Lungen ödematös, blutreich. Leber vergrössert, in derselben zahlreiche bis hirsekorngrosse gelbliche Einlagerungen. (Diese erweisen sich in mikroskopischen Schnitten als thrombosierte Gefässe mit eitrig-nekrotisierender Entzündung des zunächst gelegenen Parenchyms.) Milz vergrössert, dunkelbraunrot, Pulpa sehr weich. In Ausstrichen aus dem Exsudat der Pleurahöhle, des Herzbeutels, aus Herzblut, Milzsaft und Kehllappengewebe zahlreiche polgefärbte Stäbchen. Eine Taube geht nach intramuskulärer Verimpfung von 1 ccm Aufschwemmung aus dem speckigen Gewebe des Kehllappens nach 20 Stunden an Geflügelcholera zugrunde.

Bei den künstlichen Infektionsversuchen gelang es ohne Schwierigkeit, Geflügel dadurch tödlich zu infizieren, dass das Virus mit dem Futter eingegeben oder auf die Schleimhaut des Bindehautsackes, der

oberen und tieferen Atmungswege (Nase bezw. Kehlkopf), ferner auf die unverletzte oder durch Ausziehen einiger Federn und dadurch bedingte Eröffnung der Federpapillen verletzte Haut des Rumpfes oder auf oberflächliche Wunden des Kammes, der Kehllappen und der Füsse gebracht wurde.

Im Nachstehenden seien die auf die einzelnen Infektionswege bezüglichen Versuche näher erörtert:

a) Infektionsversuche mittels Fütterung:

Die Fütterungsversuche wurden an Tauben, Hühnern und Enten mit Bouillonkultur, bazillenhaltigen Organen, mit infiziertem Kot vermischten Körnern und Fliegenlarven, die sich auf Organen an Geflügelcholera eingegangener Tiere entwickelt hatten, angestellt.

Eine Taube erhielt innerhalb vier Tagen insgesamt 1,8 ccm einer ziemlich virulenten Bouillonkultur in den Schlund geträufelt. Am Nachmittag des vierten Tages trat Somnolenz ein. Das Tier entleerte weisslichen, fast flüssigen Kot, in welchem virulente Geflügelcholerabazillen nachgewiesen werden konnten. Am Morgen des fünften Tages wurde das Versuchstier tot gefunden.

Der Sektionsbefund bietet manches Interessante: Das Unterhautzellgewebe am Halse dunkelrot verfärbt, zu beiden Seiten des Halses ein Strang hanfkorngross geschwollener Lymphdrüsen. Schlundschleimhaut injizirt. Die Muskulatur an der vorderen Fläche der Halswirbelsäule zeigt eigenartig gelbverfärbte streifige Herde. Der Bauchfellüberzug des Magens mit speckigen, leicht abstreifbaren Auflagerungen bedeckt. Die Schleimhaut des Drüsenmagens entzündlich gerötet. Auf der Schleimhaut des Muskelmagens erscheint nach Entfernung der Kutikula in der Pylorusgegend eine etwa linsengrosse gerötete Fläche. Beim Einschneiden zeigt sich die Muskulatur bis in eine Tiefe von 2—3 mm speckiggelb verfärbt. Auf Schnitten (Tafel IX, Fig. 3), nach dem von Kossel und Overbeck für Pestschnitte angegebenen Verfahren oder mit Karbolmethylenblau gefärbt, bietet der Muskel das Bild hochgradiger Entzündung mit stellenweise grösseren Zerfallsherden, in denen massenhaft Bakterien von der Art der Geflügelcholerabazillen eingelagert erscheinen. Auf der Schleimhaut und zwischen den Zotten Blutaustritte, die Gefässe der Submukosa und Mukosa stark gefüllt. Milz sehr gross, fast haselnussgross, dunkelbraun, Pulpa sehr brüchig, äusserst blutreich. Leber gross, hyperämisch. Darmserosa hochgradig injiziert, Darminhalt gelbrot mit ziemlich reichlicher Blutbeimengung. Auf der Schleimhaut mehrfache punktförmige Blutaustritte. Lungen ohne Veränderung. Im Herzbeutel etwa 2 ccm bernsteingelber Flüssigkeit. In Ausstrichen aus dem teerfarbenen klumpig geronnenen Herzblut und den Organen finden sich massenhaft polgefärbte Stäbchen.

Die eigenartige Muskelentzündung des Magens, die jener bei intramuskulärer Impfung vollständig glich, wurde nur in diesem einzigen Falle bei Fütterungsinfektion beobachtet.

Einer zweiten Taube wurden 0,2 ccm hochvirulenter Bouillonkultur nach Hervorziehen der Zunge vorsichtig in den Schlund geträufelt. Beim Loslassen der Zunge konnte beobachtet werden, wie ein Teil der Flüssigkeit den Kehlkopfeingang berührte. Das Tier war am nächsten Morgen tot. Ausser den gewöhnlichen Veränderungen zeigte sich die Kehlkopf- und Trachealschleimhaut gerötet, die rechte Lunge von rotbrauner Farbe, fast ganz luftleer, das Gewebe entzündlich infiltriert, sehr saftreich. Die linke Lunge war rosarot, unverändert. Dass in diesem Falle der Tod durch

Infektion der oberen und tiefen Luftwege erfolgt war, bewies der Parallelversuch, indem eine Taube nach Einträufelung von 0,3 ccm der gleichen Kultur in den Schlund, wobei eine Infektion der Luftröhre ausgeschlossen werden konnte, gesund blieb.

Eine dritte Taube erhielt 50 g Erbsen, die eine Stunde lang mit 20 ccm frischer virulenter Bouillonkultur in einem Erlenmeyer Kölbchen geschüttelt worden waren, als Futter. Die Flüssigkeit war von den Erbsen vollständig aufgesogen worden. Da am nächsten Tage die Erbsen völlig trocken waren, wurden dieselben nochmals mit 20 ccm Bouillonkultur angefeuchtet. Das Tier, das an diesem Tage noch ziemlich gut gefressen hatte, wurde am Morgen des darauffolgenden Tages — also nach 48 Stunden — tot gefunden. Eine Wägung des Restes der noch im Futterbehälter befindlichen Erbsen ergab, dass ca. 15 g Erbsen aufgenommen worden waren. Bei der Sektion des gut genährten Tieres fand sich die Bindehaut beiderseits stark gerötet, im Bindehautsacke schleimig zähes, gelbliches Sekret. Aus den Nasenöffnungen entleerte sich ähnliches Sekret in reichlicher Menge. Die Schleimhaut der Nasenhöhlen hochgradig gerötet und geschwollen. Rachenschleimhaut injiziert, mit schleimigen Auflagerungen bedeckt, ebenso die Kehlkopf- und Luftröhrenschleimhaut. Im Herzbeutel etwa 2 ccm strohgelben Exsudates. Lungen ohne Besonderheit. Darmserosa hochgradig gerötet, Darminhalt stark bluthaltig. Milz vergrössert. Im Herzblut massenhaft polgefärbte Stäbchen, ebenso in Ausstrichen aus den Organen. Das Sekret des Bindehautsackes sowie der Schleim im Kehlkopfe und den Nasengängen enthielt gleichfalls zahlreiche Bazillen der Geflügelcholera.

Eine vierte Taube wurde sechs Tage lang mit frischem Weissbrot gefüttert, das am ersten Tage mit 20, an den folgenden Tagen mit 10 bezw. 5 ccm Bouillonkultur des zum vorhergehenden Versuche verwendeten Stammes angefeuchtet war. Im ganzen wurden 65 ccm Kultur verbraucht. Am siebenten Tage traten die ersten Krankheitserscheinungen auf. Das Tier erhielt nunmehr sein gewöhnliches Futter, doch nahm es nur noch Wasser in ziemlich grossen Mengen zu sich. Die anfängliche Mattigkeit ging bald in tiefe Somnolenz über und der Tod erfolgte am zehnten Versuchstage.

Die einmalige Fütterung einer anderen Taube mit 1 ccm Bouillonkultur vorerwähnten Stammes auf Brot geträufelt, hatte für das Tier keinerlei nachteilige Folgen.

Aus vorstehenden Fütterungsversuchen an Tauben erscheint die Schlussfolgerung berechtigt, dass bei diesen Tieren zur tödlichen Infektion auf dem Verdauungswege unverhältnismässig grosse Menge bazillenhaltigen Materiales erforderlich sind und dass die Infektion leichter zustande kommt, wenn zu den Versuchen Futter verwendet wird, dessen Härte ein längeres Verweilen im Kropfe bedingt.

Bei Hühnern waren die Ergebnisse der Fütterungsversuche sehr schwankend, In mehreren Fällen gelang es überhaupt nicht, selbst durch Verfütterung reichlichen hochvirulenten Materiales ältere Hühner zu infizieren, in zwei Fällen nahm die Erkrankung einen chronischen Verlauf. Als Futter dienten mit infiziertem Kot vermengte Körner, ausserdem zahlreiche Geflügelcholerabazillen enthaltende Organe von Meerschweinchen, Hühnern und Gänsen und in je einem Falle Fliegenlarven und Bouillonkultur.

Ein gesundes Huhn wurde in einen Käfig gesetzt, in welchem mehrere Hühner kurz hintereinander spontan an Geflügelcholera zugrunde gegangen waren (das letzte am gleichen Tage) und der durch infizierten Kot stark verunreinigt war. Die Futterkörner wurden auf bezw. in den Kot gestreut. Bereits zwei Tage nach Verbringung in den Käfig traten bei dem bisher munteren Tiere die ersten Krankheitssymptome in die Erscheinung. Bei mässiger Fresslust sass es meist ruhig, den Kopf unter den Flügel gesteckt. Nach weiteren vier Tagen trat der Tod ein. Im Herzblut und den Organen liessen sich zahlreiche Geflügelcholerabazillen nachweisen.

In zwei nach Fütterungsversuchen chronisch verlaufenden Fällen erfolgte der Tod nach 17 bezw. 40 Tagen. Der erste Fall betraf ein Huhn, das an drei aufeinanderfolgenden Tagen mit Organen von Meerschweinchen, die nach intraperitonealer Impfung der Geflügelcholera erlegen waren, gefüttert worden war. Einige Tage vor dem Tode bekam es Durchfall, verweigerte die Nahrungsaufnahme und sass mit gesträubten Federn ruhig im Käfig.

Bei der Sektion fanden sich an dem hochgradig abgemagerten Kadaver nur geringe anatomische Veränderungen. Keine Drüsenschwellung. Leber gross, gelbrot, unter der Kapsel dunkelbraune Streifen und Flecken durchscheinend, die sich beim Einschneiden als erweiterte und thrombosierte Gefässe erweisen. Milz nicht vergrössert; Lungen ohne Veränderung. Magenschleimhaut blass. Serosa des Darmes injiziert, Darminhalt graugelb, schleimig-gallertig. Die Darmschleimhaut erscheint etwas gequollen, ohne Hämorrhagien. Herzmuskel auffallend schlaff. In Ausstrichen aus den Organen finden sich unter dem Mikroskop nur ganz vereinzelte Geflügelcholerabazillen. Dieselben waren noch ziemlich virulent: ein Meerschweinchen mit 1 ccm Leberaufschwemmung intraperitoneal geimpft, erlag der Infektion innerhalb 20 Stunden und ein Huhn, welches drei Tropfen Peritonealexsudat dieses Meerschweinchens in den Brustmuskel injiziert erhielt, ging nach 48 Stunden an Geflügelcholera zugrunde.

Im zweiten Falle hatte ein Huhn die frisch entnommenen Organe eines an Geflügelcholera verendeten Huhnes als Futter erhalten. Hier traten die ersten Zeichen von Erkrankung ungefähr 37 Tage nach Beginn der Fütterung auf; drei Tage später war das Tier tot.

Bei der Sektion war ausser einer Trübung des Herzbeutels und stellenweise fleckiger Rötung der Dünndarmschleimhaut keine besondere Veränderung festzustellen. Im Herzblut und in der Milz liessen sich Bakterien der Geflügelcholera nicht nachweisen, dagegen fand sich in Ausstrichen aus der Leber hier und da ein polgefärbtes Stäbchen. Durch den ausserordentlich langsamen Verlauf der Infektion hatte eine hochgradige Abschwächung der Virulenz stattgefunden, indem eine Taube nach intramuskulärer Injektion von 2 ccm Leberaufschwemmung erst nach 48 Stunden und ein Meerschweinchen nach intraperitonealer Impfung mit 1 ccm des gleichen Materiales nach neun Tagen an Geflügelcholera zugrunde gingen.

Ein Huhn, welchem innerhalb fünf Tagen 5,6 ccm ziemlich virulenter Bouillonkultur direkt in den Schlund eingeträufelt worden waren, erlag der Infektion nach acht Tagen. Ausser im Blut und den Organen liessen sich auch in einem kirschgrossen Dotterfollikel Geflügelcholerabazillen nachweisen.

Zu den späteren Versuchen wurden ausschliesslich junge etwa acht bis zehn Wochen alte Hühner, die sicher noch nicht durchseucht waren, verwendet, um so eine ungünstige Beeinflussung der Versuche auszuschliessen.

Durch einmalige Fütterung mit den bazillenhaltigen Organen eines Huhnes gelang es, ein Huhn in zwei Tagen tödlich zu infizieren.

Ein junges Huhn, welches die Hälfte einer Leber von einer an Geflügelcholera verendeten Gans verzehrt hatte, starb nach fünf Tagen. Bemerkenswert aus dem Sektionsbefunde sind ausser Schwellung der Halslymphdrüsen noch eine bei Geflügelcholera im allgemeinen selten beobachtete fibrinöse Peritonitis, eine leichte Entzündung der Drüsenmagenschleimhaut und mehrfache Ecchymosen unter der Schleimhaut des Muskelmagens. Letztere Veränderungen in der Drüsen- und Muskelmagenschleimhaut kommen bei Geflügelcholera weniger häufig vor; dieselben werden — wenn auch in wechselnder Intensität — ziemlich oft bei der später näher zu erörternden Hühnerpest beobachtet.

Von besonderem Interesse dürfte auch nachstehender Fütterungsversuch sein:

Am 23. Oktober 1902 wurden mir aus der Seuchenstation des Zentralviehhofes zwei an Geflügelcholera verendete Gänse zu Versuchszwecken übermittelt. Der Erreger dieser Seuche war als äusserst virulent bezeichnet worden; in einer Nacht waren über 50 Stück des Bestandes gefallen.

Bei einer der Gänse waren die Nasenöffnungen mit schleimigem Sekret bedeckt. Die Nasenhöhlenschleimhaut stark gerötet, geschwollen, stellenweise Blutaustritte in und unter derselben. Auf derselben reichlicher glasiger, an einzelnen Stellen blutig gefärbter Schleim. Im Gaumenspalt weissliche krümelige Massen, ebenso am Eingang des Kehlkopfes. Lidbindehaut beiderseits blass. Am Halse mehrere mittelgrosse, rötlichgrau verfärbte Lymphdrüsen. Im Herzbeutel etwa 2—3 ccm strohgelber Flüssigkeit. Viscerales Perikard mit massenhaften feinsten bis fast hanfkorngrossen Blutaustritten durchsetzt, sodass das Herz wie mit Blut bespritzt aussieht. Am schönsten treten die Ecchymosen an der fettreichen Herzbasis zu Tage. In den Vorhöfen teerfarbenes geronnenes Blut. Lungen dunkelrot, pneumonisch infiltriert, Luftgehalt beträchtlich vermindert, Gewebe sehr blut- und saftreich. Leber gross, dunkelbraun, sehr brüchig, unter der Kapsel und im Gewebe sehr zahlreiche punktförmige bis fast hirsekorngrosse grauweisse Einlagerungen. Milz annähernd kastaniengross, dunkelbraunrot, sehr weich, unter der Kapsel mehrfache Hämorrhagien durchscheinend. Die Nieren sichtlich vergrössert, sehr blutreich und brüchig. Bauchfellüberzug des Darmes von livider Farbe, Darminhalt breiig, leicht zerfliessend, infolge reichlicher Blutbeimengung von braunroter Farbe; Darmschleimhaut entzündlich gerötet und geschwollen, mit zahlreichen Blutungen auf und unter derselben. Im Herzblut und in den Organen fanden sich sehr zahlreiche Geflügelcholerabazillen.

Dem Sektionsbefunde nach war im vorliegenden Falle die Infektion wahrscheinlich durch das Eindringen der Krankheitserreger in die Nasenöffnungen oder auch in den Bindehautsack zustande gekommen.

Die Leber der einen und die gesamten Organe der zweiten Gans (ausschliesslich des Muskelmagens) wurden in einer grossen Glasschale entsprechend zerkleinert und ein Drittel hiervon unmittelbar darauf an ein Huhn verfüttert. Letzteres ging nach 48 Stunden an Geflügelcholera zugrunde.

Die übrigen Organteile wurden an einem feuchten, ziemlich dunklen Orte bei durchschnittlich 12° aufbewahrt. Nach sechs Tagen erhielt ein weiteres Huhn das zweite Drittel der ziemlich faulen Organe. Die tödliche Infektion erfolgte nach drei Tagen. Am neunten Tage sollte das letzte Drittel an ein Huhn verfüttert werden, doch verweigerte das Tier infolge der hochgradigen Fäulnis des Materiales die Aufnahme, sodass ihm dasselbe eingeführt werden musste. Eine Infektion der Luftwege wurde tunlichst zu vermeiden gesucht. Das Tier zeigte in der Folge keinerlei Krankheitserscheinungen, sodass aus diesem Versuche der Schluss gezogen werden darf, dass

die Einwirkung von Fäulnis in einem Zeitraum von neun Tagen die Bakterien der Geflügelcholera so beeinflusst, dass sie bei Einführung selbst grosser Mengen durch die Verdauungswege in den Organismus ihre vernichtende Wirkung nicht mehr zu entfalten vermögen. Wie lange die Bakterien in faulenden Substraten bei subkutaner oder intramuskulärer Verimpfung sich ansteckungsfähig erhalten, wird weiter unten erörtert werden.

Unter zwei Versuchen gelang auch einmal die tödliche Infektion eines Huhnes durch Verfütterung von 200 Stück sechs Tage alter Fliegenlarven, die sich auf Geflügelcholerabazillenhaltigen Organen entwickelt hatten. In beiden Versuchen konnte ermittelt werden, dass acht Tage alte Larven noch infektionstüchtige Bazillen in ihrem Verdauungskanal enthielten. Wurden nämlich zwei bis drei solcher Larven nach ein bis zwei Minuten langem Verweilen in 1 ‰ Sublimatlösung und darauffolgender gründlicher Abspülung in sterilem Wasser in physiologischer Kochsalzlösung verrieben und die Aufschwemmung Tauben subkutan injiziert, so starben diese innerhalb 20 Stunden an Geflügelcholera. In älteren Larven (die Einpuppung erfolgte am elften bis zwölften Tage), in den Puppen und in den frisch ausgeschlüpften Fliegen waren virulente Bazillen durch Verimpfung auf Tauben nicht mehr nachzuweisen. Der Entwicklungsgang der Fliegen von der Eierablage bis zum Ausschlüpfen hatte 21 Tage gedauert.

An Enten wurden drei Fütterungsversuche angestellt:

Eine Ente, mit den Organen einer an hochvirulenter Geflügelcholera zugrunde gegangenen Taube gefüttert, erlag der Infektion innerhalb 24 Stunden. Eine zweite Ente erhielt sechs Tage alte, ziemlich faule Taubenorgane als Futter und wurde nach 24 Stunden tot gefunden.

Eine dritte Ente, innerhalb sechs Tagen mit den bazillenhaltigen Organen von sieben Tauben gefüttert, zeigte keine Spur von Erkrankung und wurde nach sechs Wochen als gesund ausser Versuch gegeben. 16 Tage später — im ganzen 58 Tage nach der letzten Fütterung — wurde das Tier behufs Blutuntersuchung getötet. Die Sektion des sehr gut genährten Tieres ergab einen eigenartigen Befund:

Die subpleural gelegenen Gefässe der Lungen beiderseits erschienen varikös erweitert, prall gefüllt, als deutlich fühlbare feine Stränge das Niveau der rosaroten Lunge überragend. Auch die tiefer gelegenen Gefässe waren stark erweitert und mit geronnenem Blut prall gefüllt. Neben der rechten Jugularvene lag eine etwas über erbsengrosse graurötliche Lymphdrüse. Milz anscheinend etwas grösser als normal. Durch Verimpfung von Lungen- und Drüsenaufschwemmung auf Tauben wurde Geflügelcholera in Reinkultur gewonnen.

Die in den beiden ersten an Enten angestellten Fütterungsversuchen ausserordentlich rasch tödlich verlaufende Infektion lässt auf eine hochgradige Empfänglichkeit dieser Tiergattung für Geflügelcholera schliessen. Um so auffälliger erscheint es, dass das dritte Tier so grosse Mengen bazillenhaltigen Materiales ohne jede Schädigung aufnahm. Ob es an und für sich grössere Widerstandsfähigkeit besass oder kurz vorher die Seuche überstanden und dadurch gegen die Infektion geschützt war, oder ob durch die sechs Tage dauernde Fütterung mit möglicherweise weniger virulentem Material eine Art Immunität erzeugt wurde, mag dahingestellt sein; bemerkenswert ist jedenfalls die Tatsache, dass Geflügelcholerabazillen sich 58 Tage lang im Geflügelkörper infektionsfähig erhalten hatten.

b) Infektion vom Bindehautsack aus:

Tauben erwiesen sich für diese Art der Infektion ziemlich empfänglich. So ging eine Taube nach 40 Stunden an Geflügelcholera zugrunde durch Verimpfung einer Öse frischer aus dem Kaninchenkörper gezüchteter Agarkultur in den linken Bindehautsack. Hierbei musste jedoch eine Verletzung der Lidschleimhaut durch den Platindraht stattgefunden haben, denn es fand sich in der entzündeten Schleimhaut des linken unteren Lides ein hirsekorngrosser, gelblicher anscheinend nekrotischer Herd. Im übrigen waren hochgradige pathologisch-anatomische Veränderungen vorhanden.

Das Unterhautzellgewebe zu beiden Seiten des Halses war durch ausgedehnte Hämorrhagien dunkelrot verfärbt, die Schleimhaut der linken Nasenhöhle hochgradig entzündet und geschwollen. Zu beiden Seiten des Halses zog vom Unterkiefer bis zur Brustapertur ein federkieldicker Strang vergrösserter, grauroter Lymphdrüsen. Die nach dem Kiefer zu gelegenen Lymphdrüsen waren von hämorrhagischen Herden durchsetzt. Im Herzbeutel befand sich 1 ccm strohgelber, klarer Flüssigkeit; die Lungen dunkelrot, pneumonisch infiltriert, im Pleuraraum einige Tropfen gelblichen Exsudates. Milz vergrössert, rotbraun. Leber äusserst blutreich, sehr weich. Nieren gross, dunkelrot, Darmserosa rotbraun, Darminhalt sehr bluthaltig. Bauchfellüberzug des Eierstockes injiziert, an demselben einige erbsengrosse Follikel. Die Organe enthalten ziemlich zahlreiche Bazillen der Geflügelcholera, ebenso können im Dottergelb durch Verimpfung auf eine Taube virulente Bakterien nachgewiesen werden.

Einer zweiten Taube wurde ein etwa hirsekorngrosses Krümelchen der bei Huhn c erwähnten, im Bindehautsack gefundenen weissgrauen Masse in den linken Bindehautsack eingelegt. Das Tier erlag der Infektion innerhalb 48 Stunden. Beide Lider waren verklebt, die Lidbindehaut entzündet, die Hornhaut links leicht getrübt. Zugleich bestand eine hochgradige Entzündung der Nasenhöhlenschleimhaut.

Einer Gans wurden drei Tropfen ziemlich virulenter frischer Bouillonkultur in den linken Bindehautsack eingeträufelt. Das Tier schien vier Tage lang vollständig munter. Am fünften Tage Morgens wurde es gegen alle Erwartung tot im Käfig gefunden. Bei der Sektion ergab sich keinerlei Veränderung der Lidschleimhaut, dagegen war die Schleimhaut der Nase entzündlich gerötet, mit reichlichem Schleim belegt. In der Höhe der oberen Brustapertur lagen zwei rötlichgraue haselnusskerngrosse Lymphdrüsen von äusserst weicher Konsistenz. Die Gefässe der Drüsenkapsel erschienen hochgradig injiziert. In beiden Drüsen konnten virulente Bazillen der Geflügelcholera nachgewiesen werden.

Ein Tropfen infektiösen Darminhaltes einer an Geflügelcholera eingegangenen Taube einem Huhn in den linken Konjunktivalsack eingeträufelt, hatte den Tod des Versuchstieres nach fünf Tagen zur Folge.

Die Sektion ergab: Blässe der Lidschleimhaut, Rötung der Schleimhaut der Nasenhöhlen, Schwellung der Halslymphdrüsen, weisslichgraue Auflagerungen auf der entzündeten Rachenschleimhaut, Perikarditis, Hyperämie der Lungen, Milzschwellung.

Danach scheint das Geflügel auch für diese Art der Infektion sehr empfänglich zu sein. Von dem Bindehautsack aus gelangen die Bazillen in den Tränennasenkanal und auf dem Lymphwege weiter ins Blut.

c) Infektion durch die oberen und tieferen Luftwege:

Auch auf diesem Wege gelang die tödliche Infektion der Versuchstiere leicht. So ging ein Huhn nach Einträufelung eines Tropfens hochvirulenten Darminhaltes ins linke Nasenloch nach fünf Tagen an Geflügelcholera zugrunde. Die Sektion ergab neben hochgradiger Entzündung der Nasenhöhlenschleimhaut und leichter Rötung der Lidbindehäute den gewöhnlichen Befund.

Eine gutgenährte kräftige Gans erhielt drei Tropfen einer 20 stündigen aus einer Gans gezüchteten Bouillonkultur gleichfalls in die linke Nasenöffnung geträufelt. Sechs Tage nach diesem Eingriffe wurden die ersten Krankheitserscheinungen, nämlich Schwellung und Rötung der Lid- und Augapfelbindehaut, beobachtet. Am folgenden Tage waren beide Augen mit reichlichem weisslichem, schaumigem Sekret bedeckt, im Bindehautsack beiderseits weissgrauer, schleimiger Belag. Die linke Nasenöffnung war durch eine weiche Borke verklebt. Zehn Tage nach der Infektion ging das Tier zugrunde. Der Sektionsbefund bot verschiedene, seltener vorkommende Veränderungen, weshalb derselbe etwas ausführlicher wiedergegeben werden soll.

Das vorher gutgenährte Tier ist in der Ernährung sichtlich heruntergekommen. Nasenöffnungen beiderseits verklebt, die Schleimhaut der Nasenhöhlen — besonders links — hochgradig entzündet und geschwollen, mit gelbweissen Membranen bedeckt. Die Lid- und Augapfelbindehaut beiderseits gerötet und geschwollen, Hornhaut leicht getrübt, die Federn in der Umgebung der Augen durch das aus den Lidwinkeln abträufelnde gelbliche Sekret verklebt. Im Konjunktivalsack beiderseits weissliche, brüchige Massen. Das noch ziemlich fetthaltige Unterhautzellgewebe besonders in der Hals- und Oberbrustgegend stark injiziert. Die Federn in der Umgebung der Kloakenöffnung durch grünlichen Kot beschmutzt. Die Schleimhaut der Schnabelhöhle, des Schlundes, des Kehlkopfes und der Trachea gerötet, mit gelblichem Schleim belegt. Bei Eröffnung der Bauchhöhle zeigen sich auf dem visceralen Peritoneum zwischen den Berührungsflächen der Darmschlingen gelbgraue mässig derbe, leicht abziehbare Membranen aufgelagert. Die Milz hat die Grösse einer Kastanie, Pulpa sehr weich, dunkelbraunrot. Darmserosa injiziert: im Dünndarm graurötlicher dickflüssiger Inhalt, Schleimhaut gerötet. Im Dickdarm fast flüssiger grünlichweisser Inhalt; der Herzbeutel erscheint durch sulzige Massen prall gefüllt, auf dem visceralen Perikard reichliche fibrinöse, zottige Auflagerungen. Herzblut teerfarben, geronnen; Herzmuskel äusserst schlaff; an der Herzbasis mehrfache subepikardiale Hämorrhagien. Die rechte Lunge gross, derb, vollständig hepatisiert, das Gewebe auf der Schnittfläche rötlichgrau, von zahlreichen gelben bis fast erbsengrossen käsigen Herden durchsetzt. An der Lungenwurzel befinden sich beiderseits mehrere erbsengrosse verkäste peribronchiale Lymphdrüsen. Die linke Lunge zeigt ausser grossem Blutgehalt nichts besonderes. Der Pleuraraum beiderseits frei von Exsudat oder Auflagerung. Neben der rechten Karotis liegt eine fast haselnusskerngrosse, rotgraue, sehr weiche Lymphdrüse; die Gefässe der Drüsenkapsel stark injiziert. Zu beiden Seiten der oberen Brustapertur finden sich mehrere Drüsen von gleicher Grösse und Beschaffenheit. In Ausstrichen aus den Organen waren mässig zahlreiche polgefärbte Stäbchen nachzuweisen, dagegen massenhaft in solchen aus dem hepatisierten Lungengewebe; ausserdem wurde durch Verimpfung von Lungengewebe und verkäster Drüsensubstanz typische Geflügelcholera festgestellt.

Zunächst ist aus dem Krankheitsbericht ersichtlich, dass sechs Tage nach erfolgter Infektion der Nasenschleimhaut die sekundäre Infektion des Bindehautsackes durch den Tränennasenkanal zustande kam. Des weiteren ist bemerkenswert die bei Geflügelcholera seltene fibrinöse Perikarditis und die nur in diesem einzigen Falle beobachtete fibrinöse Pneumonie (Übergang der roten in die graue Hepatisation) mit einzelnen verkästen Herden im Gewebe und Verkäsung der peribronchialen Lymph-

drüsen. Die Untersuchung der verkästen Partien auf Geflügeltuberkulose ergab ein negatives Resultat.

Sticker[1]) fand bei seinen Untersuchungen ähnliche Verkäsungsprozesse in den Lungen und im Darm von Hühnern, die an Geflügelcholera zugrunde gegangen waren, und kommt zu dem Schlusse, dass durch den Befund dieser käsigen Herde, welche bis dahin nur der Schweineseuche eigentümlich zu sein schienen, Hueppes Ansicht von der Identität der Wild- und Schweineseuche, der Kaninchenseptikämie und Hühnercholera, welche nur verschiedene Krankheitsformen einer einzigen Infektionskrankheit, der „Septicaemia haemorrhagica" darstellen sollen, eine wesentliche Stütze erhalte.

Zur Infektion durch die tieferen Atmungswege wurden zwei Gänse in Versuch genommen. Der einen derselben wurden drei Tropfen einer hochvirulenten frischen Bouillonkultur mittels Pravaz' Spritze (ohne Kanüle) in den Kehlkopf langsam und ohne Druck injiziert. Nach 24 Stunden schon war das Tier der Infektion erlegen. Die Veränderungen an den Luftwegen bestanden in hochgradiger Entzündung der Trachealschleimhaut mit mehrfachen submukösen Blutaustritten, sowie in einer ausgesprochenen entzündlichen Infiltration des äusserst blutreichen Lungengewebes.

Im zweiten Versuche wurden dem Versuchstiere drei Tropfen Bouillonkultur eines als sehr wenig virulent befundenen Stammes auf dieselbe Weise wie oben beschrieben in den Kehlkopf geträufelt. Sieben Tage lang erschien das Befinden des Tieres gestört, es frass schlecht, nahm viel Wasser zu sich, war anscheinend heiser und sass meist ruhig im Käfig. Der Zustand besserte sich langsam und nach weiteren elf Tagen schien die Gans wieder völlig gesund. Das Wohlbefinden hielt 14 Tage an; da traten plötzlich Zittern, Heiserkeit und schwankender Gang auf. Nahrungsaufnahme fand nur sehr mässig statt. Fünf Tage darauf — 37 Tage nach der Infektion — wurde das Tier morgens tot im Käfig gefunden. In diesem chronisch verlaufenen Falle war die Kehlkopf- und Luftröhrenschleimhaut hochgradig entzündet, die Lungen besonders in den unteren Partien rotbraun, derb, luftleer, die oberen Lungenabschnitte noch ziemlich lufthaltig. In den beträchtlich vergrösserten Nieren fanden sich unter der Kapsel und im Gewebe ziemlich zahlreiche punktförmige bis hirsekorngrosse grauweisse Herdchen. In Schnittpräparaten wurden dieselben als weisse oder gemischte massenhaft der Geflügelcholera äusserst ähnliche Bazillen enthaltende Thromben in den erweiterten Gefässen ermittelt.

d) Infektion durch unverletzte und durch Eröffnung von Federpapillen verletzte Haut des Rumpfes.

Bei den Infektionsversuchen durch unverletzte Haut hindurch wurde mit Ausnahme eines einzigen Falles, in welchem der Impfstoff auf die Rückenhaut gebracht wurde, als Infektionsstelle die ziemlich federlose Haut der Brust dicht neben dem Brustbein gewählt. Die Versuche wurden an Tauben und Hühnern angestellt.

[1]) Sticker, Käsige Prozesse bei der Geflügelcholera: Archiv für wissenschaftl. u. prakt. Tierheilkunde 1888.

Eine Taube erhielt eine Öse voll ziemlich virulenter Agarkultur auf die unverletzte Rückenhaut aufgestrichen und starb nach 90 Stunden. An der Impfstelle war absolut keine Veränderung festzustellen.

Ein Paralleltier, mit derselben Menge der gleichen Kultur nach Ausziehen von drei bis vier Federn am Rücken auf die eröffneten Papillen geimpft, erlag der Infektion schon nach 64 Stunden. An der Impfstelle zeigte die Haut gelbliche Verfärbung, die eröffneten Federpapillen überragten als gelbe Pfröpfe die Hautoberfläche. Das Unterhautzellgewebe erschien hochgradig injiziert. Im übrigen fanden sich die bei Tauben gewöhnlich beobachteten Veränderungen: Milzschwellung, Perikarditis, Lungenödem, beginnende Pleuritis, hämorrhagische Enteritis, Stauungsfettleber.

In einer zweiten Versuchsreihe erhielt eine Taube eine Öse voll Herzblut einer an Geflügelcholera eingegangenen Taube auf die unverletzte Haut der linken Brust eingerieben. Eine Erkrankung erfolgte nicht.

Das Paralleltier, mit derselben Menge Herzblut auf die rechte Brustseite nach Entfernung von vier Federn geimpft, ging nach 24 Stunden zugrunde. An der Impfstelle hatte sich ein etwa erbsengrosser gelblicher Herd gebildet, aus dem vier verdickte Papillen hervorragten. Die speckiggelbe Verfärbung erstreckte sich bis auf die Fascie und die oberflächliche Muskelschicht.

In einer dritten Versuchsreihe wurde eine Taube mit einer Öse voll Darminhalt einer Geflügelcholera-Taube auf die unverletzte Haut geimpft. Das Tier erschien zwei Tage nach der Impfung ziemlich krank, es frass schlecht und sass meist mit gesträubtem Gefieder da. Bei auffallender Abmagerung erfolgte der Tod nach 14 Tagen. Auch in diesem Falle zeigte die Impfstelle keinerlei makroskopisch wahrnehmbare Veränderungen.

Das Paralleltier, auf zwei eröffnete Federpapillen geimpft, wurde bereits nach 48 Stunden tot gefunden. Bei der Sektion fand sich die Haut unverändert, nur eine einzige Papille erschien vergrössert und überragte als gelblicher Pfropf die Hautfläche. Das Unterhautzellgewebe war ziemlich stark injiziert.

Ausser diesen Versuchen an Tauben wurden noch drei Hühner durch die unverletzte Haut hindurch zu infizieren gesucht. Zwei der Versuchstiere waren ältere Hühner. Eines derselben erhielt eine Öse voll Darminhalt einer Taube auf die unverletzte Haut der linken Brustseite aufgetragen. Die Sektion des nach 64 Tagen verendeten Tieres ergab ausgesprochene Hühnertuberkulose mit Affektion des linken Kniegelenkes. In den Organen liessen sich mikroskopisch ausser zahlreichen Tuberkelbazillen auch vereinzelte polgefärbte Stäbchen nachweisen.

Dieser Versuch ist insofern interessant, als durch Verimpfung von Lebersaft eine Taube und ein Meerschweinchen innerhalb 20 Stunden an Geflügelcholera zugrunde gingen, ein Beweis, dass Geflügelcholerabazillen sich sogar über zwei Monate lang im Geflügelkörper infektionsfähig erhalten können.

Das zweite Huhn wurde mit zwei Tropfen bluthaltigen Darminhaltes einer Taube auf die unverletzte Haut der Brust geimpft. Dasselbe erlag der Infektion nach 35 Tagen. Während an der Haut keinerlei Veränderung wahrnehmbar war, konnte eine hochgradige Entzündung der Nasen- und Lidschleimhaut festgestellt werden.

Dieser Fall kann nicht für eine erfolgreiche Infektion durch die Haut angesehen werden, da wahrscheinlich das Tier sich durch die mit dem Kote ausgeschiedenen Geflügelcholerabazillen durch die Nase oder den Konjunktivalsack reinfiziert hatte. Dagegen darf der dritte Versuch als einwandsfrei angesehen werden:

Ein junges Huhn, mit drei Tropfen einer Aufschwemmung aus dem speckigweissen Muskel eines nach intramuskulärer Impfung an Geflügelcholera eingegangenen Huhnes auf die unverletzte Brusthaut geimpft, erlag der Infektion nach sechs Tagen. Ebenso wie bei den entsprechend geimpften Tauben zeigte sich auch hier keinerlei wahrnehmbare Veränderung an der Impfstelle.

c) Infektion durch anderweitige Verletzungen am Rumpfe, den Extremitäten, dem Kamme oder den Kehllappen.

Nach dieser Richtung hin wurden vier Versuche angestellt, welche ein positives Ergebnis hatten.

Nach oberflächlicher Skarifikation der Epidermis an der rechten Brustseite wurden einem Huhne zwei Tropfen Muskelsaft auf die nicht blutende Stelle ohne jeden Druck aufgestrichen. Das Impfmaterial war durch Aufschwemmung eines Stückchens speckigen, weisslich verfärbten Brustmuskels von einem nach intramuskulärer Impfung an Geflügelcholera verendeten Huhne gewonnen worden. Am vierten Tage erlag das Versuchstier der Infektion. An der Impfstelle fand sich ein zarter, leicht abhebbarer trockener Schorf. Die darunterliegende Haut und das Unterhautzellgewebe war speckig infiltiert und gelblich verfärbt. Die Muskulatur schien unverändert. Der übrige Befund entsprach dem gewöhnlich bei Hühnern anzutreffenden. In Ausstrichen aus den Organen fanden sich ziemlich zahlreiche polgefärbte Geflügelcholerabazillen.

Bei einem zweiten Versuche wurde ein Huhn mit zwei Tropfen Milzsaft — von einer Geflügelcholera-Taube stammend — auf eine oberflächlich verletzte Stelle an der Streckseite des linken Fusses oberhalb des Mittelfuss-Zehengelenkes geimpft. Nach zwei Tagen begann das im übrigen ganz muntere Tier auf dem linken Beine zu hinken. Am dritten Tage traten die wiederholt beschriebenen Krankheitssymptome auf und nach weiteren 24 Stunden wurde das Tier tot gefunden. Bei der Sektion des gutgenährten Huhnes fand sich an der Impfstelle eine leicht abhebbare dünne, graubraune Borke. Beim Einschneiden der Haut erschien das Unterhautzellgewebe bis zur Scheide der Strecksehne speckig infiltriert. Die Sehne selbst lag intakt in ihrer Scheide. Das linke Fussgelenk war geschwollen, das periartikuläre Gewebe injiziert. In der eröffneten Gelenkkapsel sowie im Gelenkspalt befand sich eine weisslich-gelbe breiige Masse in ziemlich reichlicher Menge. Dieselbe enthielt nach dem mikroskopischen Befunde massenhaft Stäbchen der Geflügelcholera und konnten letztere ohne Schwierigkeit in Reinkultur gewonnen werden. Bemerkenswert ist aus dem Sektionsbefunde noch, dass auf dem Peritoneum — besonders auf dem visceralen — ein leicht abstreifbares gelblich verfärbtes, fibrinöses Exsudat aufgelagert war. In Ausstrichen aus Herzblut und den Organen wurden zahlreiche polgefärbte Stäbchen gefunden.

Der dritte Versuch wurde in der Weise angestellt, dass ein Huhn auf die oberflächlich und nur wenig skarifizierte linke Seite des Kammes drei Tropfen Darminhaltes einer an Geflügelcholera zugrunde gegangenen Ente aufgestrichen erhielt. Bereits nach zwei Tagen erlag dasselbe der Infektion.

Sektionsbefund: Auf der linken Seite des Kammes eine kleine, oberflächliche Borke. Der Kamm verdickt, das Gewebe speckig infiltriert, von gelbgrauer Farbe, die Gefässe hochgradig injiziert. Die Halslymphdrüsen der linken Seite vergrössert, von graurötlicher Farbe. In den Nasenhöhlen reichlicher glasiger Schleim. Milz vergrössert. Lungen rosarot, aus den durchschnittenen Gefässen entleert sich locker geronnenes, teerfarbenes Blut. Darmserosa injiziert; Darminhalt — besonders im Dünndarm — breiig, durch ziemlich reichliche Blutbeimengung graurötlich. Die Darmschleimhaut gequollen, stark gerötet, mit ausgedehnten Hämorrhagien. Im Herzblut und in den Organen zahlreiche Bazillen der Geflügelcholera.

Ferner wurde ein Huhn mit drei Tropfen Darminhaltes der gleicher Ente wie oben auf die äussere Seite des leicht skarifizierten linken Kehllappens geimpft. Tod nach drei Tagen. Aus dem Sektionsbefund ist eine hochgradige Infiltration des Kehllappens, leichtes Ödem der Unterschnabel- und Halsgegend sowie Schwellung der Halslymphdrüsen erwähnenswert.

Vergleicht man nun die auf dem Wege des Experimentes gewonnenen Ergebnisse mit den am Anfange dieses Abschnittes ausführlich geschilderten Befunden der spontan an Geflügelcholera verendeten Hühner a, b, c und d, so darf man wohl mit Recht den Schluss ziehen, dass diese vier Tiere den Ansteckungsstoff nicht mit dem Futter aufgenommen haben, sondern dass derselbe bei Huhn a, b und d durch die Haut, bei Huhn c aber durch die Schleimhaut der Nase oder des Bindehautsackes in den Organismus eingedrungen war. Wenn auch diese vier Fälle nur ein Drittel der spontan eingegangenen Hühner ausmachen, so ist man doch noch nicht zu der Annahme berechtigt, dass die übrigen acht sich mit dem Futter infiziert hätten. Haben doch die diesbezüglichen Versuche ergeben, dass der Erreger der Geflügelcholera durch die unverletzte Haut in den Organismus einzudringen vermag, ohne irgend welche makroskopisch sichtbare Veränderung an der Eintrittsstelle zu verursachen.

Soviel steht nach den Ergebnissen der Untersuchungen über die natürlichen Wege der Infektion fest, dass die Aufnahme infizierten Futters nicht als der häufigste Weg der Ansteckung angesehen werden muss, sondern dass auch die übrigen Infektionsweisen, denen bisher nur eine untergeordnete Rolle zugemessen worden war, als mindestens ebenso wichtig zu betrachten sind. Während zur Infektion durch die Aufnahme des Ansteckungsstoffes in die Verdauungswege unverhältnismässig grosse Mengen desselben erforderlich waren, wurde bei Prüfung der übrigen Infektionswege nur mit einzelnen Tropfen infizierten Materiales experimentiert. Um wieviel rascher wird aber bei einer im Hühnerhofe ausgebrochenen Seuche die Infektion erfolgen können, wenn die Hühner nicht einmal und mit Tropfen, sondern wiederholt und mit grösseren Mengen der ansteckungstüchtigen Stoffe in Berührung kommen!

f) Übertragung durch Parasiten.

Zum Schlusse verdient noch eine Möglichkeit der Übertragung Erwähnung, nämlich die durch Parasiten. Unter vier Versuchen gelang es einmal, im Körper von Läusen (Dermanyssus avium), die auf einer Gans sassen und von welchen zehn

verrieben, aufgeschwemmt und dann einer Taube subkutan beigebracht wurden, infektionsfähige Geflügelcholerabazillen nachzuweisen. In den drei anderen mit Hühner- und Gänseläusen angestellten Versuchen mit negativem Ergebnis waren vermutlich die Bakterien durch die Einwirkung der Verdauung im Parasitenkörper bereits unschädlich gemacht.

In zwei Versuchsreihen wurden auf gesunde Hühner etwa 100 Läuse von erkrankten Tieren übertragen. Es erfolgte trotz mehrwöchentlicher Beobachtung keine Erkrankung.

Die Fliege kann unter Umständen gleichfalls die Seuche übertragen. Durch mehrere Versuche konnte festgestellt werden, dass Fliegen, welche mit infizierten Stoffen in Berührung gekommen waren, nicht nur am Körper bezw. mit den Füssen, sondern auch in ihren Verdauungswegen infektionsfähige Bazillen der Geflügelcholera aufgenommen hatten.

Um letzteres festzustellen, sperrte ich Fliegen zwei Tage lang in eine grosse mit Gaze zugedeckte Schale, in welche eine kleine Menge infizierten, stark bluthaltigen Darminhaltes gebracht worden war, ein.

Nach dieser Zeit wurden sechs derselben getötet, eine Minute lang in 1 ‰ Sublimatsalzsäurelösung bewegt, dann in sterilem Wasser abgespült und in etwas Kochsalzlösung zerrieben. Mit dieser Aufschwemmung wurde jedesmal eine Taube intramuskulär geimpft und erfolgte regelmässig der Tod durch Geflügelcholera innerhalb 24 Stunden.

Wenn nun auch eine Übertragung der Seuche durch Fliegen dadurch, dass sie sich auf Geflügel, Futterstoffe usw. niederlassen, nicht wahrscheinlich ist, so dürfte doch die Möglichkeit einer Übertragung auf diesem Wege im Auge behalten werden.

Wie verhält sich der Bazillus der Geflügelcholera in künstlich infizierten und bebrüteten Eiern?

In den Dotterfollikeln der mit Geflügelcholera infizierten Hühner ist es mir mehrfach gelungen, Geflügelcholerabazillen nachzuweisen. Es erschien deshalb die Prüfung der Frage von Interesse, ob und wie diese Bazillen die Entwicklung des Embryo bei Bebrütung der Eier beeinflussen. Da eine Bruthenne nicht zur Verfügung stand, wurden zwei künstliche Brütversuche im Brutschrank angestellt. Die Temperatur wurde bei entsprechender Feuchtigkeit im Raume die erste Woche auf 39—40°, die beiden letzten Wochen auf 37—38° eingestellt.

Bei dem ersten Versuche wurden drei Eier mit 0,1 ccm frischer Bouillonkultur durch einen oberflächlichen Einstich geimpft und die feine Öffnung mit Siegellack geschlossen. Drei weitere Eier blieben zur Kontrolle ungeimpft. Als nach 21 Tagen noch kein Hühnchen ausgeschlüpft war, wurden sämtliche Eier geöffnet. In den drei ungeimpften Eiern fanden sich vollständig ausgebildete, das Innere des Eies ganz ausfüllende tote Hühnchen. In den drei geimpften Eiern war die Entwicklung sichtlich zurückgeblieben, die Föten etwa ein Drittel so gross wie in den Kontrolleiern, die Haut derselben leicht mazeriert. Der Dotter der geimpften Eier sowie die Bauchorgane eines in Sublimatsalzsäurelösung abgespülten Fötus enthielten, wie die Verimpfung auf Tauben ergab, virulente Geflügelcholerabazillen.

Bei dem zweiten Versuche wurden fünf frische Eier geimpft, sechs blieben ungeimpft. Am 22. Tage morgens war ein Hühnchen ausgeschlüpft. Bei Eröffnung der übrigen ungeimpften Eier waren zwei verdorben, in drei waren die Hühnchen vollständig entwickelt, wie im ersten Versuche die Eihöhle ganz ausfüllend. Von den geimpften Eiern wurden zunächst drei eröffnet. In denselben befanden sich Föten von $^1/_4$—$^1/_3$ Grösse der in den ungeimpften Eiern befindlichen; die Hautoberfläche erschien etwas mazeriert.

Die beiden letzten geimpften Eier wurden 45 Tage später geöffnet. In dem einen war ein pflaumengrosser mässig mazerierter Fötus, im anderen war nur zu sirupartiger Dicke eingetrockneter Dotter. In diesem waren noch infektionstüchtige Bazillen vorhanden, wie durch subkutane Impfung einer Taube festgestellt werden konnte. Mit Rücksicht auf den mangelhaften Ausfall der Kontrollversuche jedoch möchte ich den beiden Versuchen eine besondere Beweiskraft nicht zuerkennen, wenn gleich die Befunde in den geimpften Eiern in beiden Versuchen übereinstimmten.

Prüfung der Widerstandsfähigkeit der Geflügelcholerabazillen gegen Hitze, Kälte, Austrocknung, Fäulnis und Desinfektionsmittel.

Die Widerstandsfähigkeit der Bazillen der Geflügelcholera ist in mancher Beziehung abhängig von der Virulenz der Bakterien. Die Virulenzabnahme dieser Bazillen ist eine verhältnismässig rasche. So konnte festgestellt werden, dass Kulturen, welche bei ihrer ersten Züchtung sich als hochvirulent erwiesen hatten, trotz regelmässiger in Zwischenräumen von drei bis vier Wochen erfolgter Weiterzüchtung auf Agar und Bouillon in sechs bis acht Monaten so viel an ihrer Virulenz eingebüsst hatten, dass nunmehr die hundertfache Dosis zur tödlichen Infektion für Kaninchen erforderlich war. Erst durch mehrere Passagen durch den Hühner- oder Taubenkörper konnte die frühere Virulenz annähernd wieder gewonnen werden.

Wie hochgradig der Unterschied in der Virulenz bezw. Widerstandsfähigkeit eines Stammes nach längerer künstlicher Züchtung ohne Passage werden kann, ist aus dem Umstande ersichtlich, dass bei einem frisch aus dem Taubenkörper gezüchteten und als hochgradig virulent befundenen Stamme eine 30 Minuten lange Erhitzung auf 65° zur vollständigen Abtötung nicht genügte, während nach acht Monaten bei vierwöchentlicher Umzüchtung der gleiche Stamm bereits durch eine 30 Minuten lange Erhitzung auf 50° abgetötet wurde.

Im allgemeinen ist eine zehn Minuten lange Erhitzung auf 70° genügend, um die Ansteckungsfähigkeit selbst hochvirulenter Kulturen aufzuheben.

Gegen Einwirkung von Kälte erwies sich der Bazillus der Geflügelcholera sehr widerstandsfähig. Fünf Tage lang andauernde Einwirkung von —6 bis —8° hatte die Virulenz zwar abgeschwächt aber nicht aufgehoben.

Bei einem Versuche wurde virulente Bouillonkultur an fünf aufeinanderfolgenden Tagen in einer Kältemischung auf —13° abgekühlt. Die Bouillon blieb in der Kältemischung durchschnittlich zehn Stunden stehen: die Temperatur stieg in dieser Zeit von —13 auf —2°. Nach dieser Zeit wurde die Bouillon aus der Kältemischung

herausgenommen und verblieb bis zum nächsten Tage bei einer durchschnittlichen Temperatur von + 15° im Laboratorium.

Die täglich vorgenommene Verimpfung auf Meerschweinchen ergab nun, dass in den ersten vier Tagen die Virulenz je etwa um ein Zehntel zurückgegangen war. Am fünften Tage vermochte die intraperitoneale Verimpfung von 1 ccm der wie vorstehend beschrieben behandelten Bouillonkultur ein Meerschweinchen nicht mehr tödlich zu infizieren, während das als Kontrolle mit einem zehnmillionstel Kubikzentimeter der ursprünglichen Kultur geimpfte Meerschweinchen innerhalb 20 Stunden an Geflügelcholera zugrunde gegangen war.

Bei Prüfung der Widerstandsfähigkeit gegen Austrocknung kam in erster Linie die Dicke der auszutrocknenden Schicht in Betracht; ausserdem spielte die Einwirkung oder der Ausschluss des Lichtes eine nicht unwesentliche Rolle.

Die im Peritonealexsudat von an Geflügelcholera eingegangenen Meerschweinchen massenhaft suspendierten und an Seidenfäden angetrockneten Bakterien hatten, der natürlichen Trocknung bei Zimmertemperatur überlassen, bei Einwirkung des Tageslichtes 48 Stunden, bei Ausschluss des Lichtes 72 Stunden nach Beginn des Versuches ihre Ansteckungsfähigkeit eingebüsst. Das gleiche Ergebnis wurde bei Seidenfäden erzielt, welche mit Taubenblut getränkt und im Exsikkator über Chlorcalcium getrocknet worden waren.

In einer Hühnerleber, welche von einem Gazeschleier umhüllt am Fenster des Stallbodenraumes aufgehängt und der Zugluft ausgesetzt worden war, konnten durch subkutane Verimpfung von je 2 ccm Aufschwemmung auf Tauben nach drei Wochen noch infektionstüchtige Bazillen nachgewiesen werden. Die Austrockung war während dieser Zeit so weit vorgeschritten, dass das Organ zu einer harten hornartigen Masse zusammengeschrumpft war, nur in der Mitte fand sich noch eine schmale Gewebszone von kautschukartiger Konsistenz. Nach vier Wochen hatte die Impfung einer Taube keinen Erfolg mehr.

Die Widerstandsfähigkeit gegen Fäulnis wurde sowohl in festen als auch in flüssigen Substraten bei Einwirkung von Wärme und Kälte, bei Belichtung und bei teilweisem oder gänzlichem Ausschluss des Lichtes geprüft. Der Nachweis, ob noch infektionstüchtige Geflügelcholerabazillen in den betreffenden Stoffen vorhanden waren oder nicht, wurde durch die als elektive Impfung bereits beschriebene subkutane Injektion unter die Brusthaut von Tauben erbracht.

In stark bluthaltigem Darminhalt einer Taube, der Ende August 1902 in den Eisschrank (bei durchschnittlich 5°) gestellt worden war, hielten sich die Geflügelcholerabakterien 18 Tage lang infektiös, allerdings war bereits vom zwölften Tage ab eine merkliche Abschwächung eingetreten, indem die an diesem Tage mit 2 ccm Aufschwemmung geimpfte Taube erst nach 48 Stunden, die am 15. Tage geimpfte nach 72 Stunden an Geflügelcholera zugrunde ging. Bei der am 18. Tage injizierten Taube trat der Tod erst am neunten Tage ein. Nach dieser Zeit geimpfte Tauben bekamen an der Impfstelle zwar eine Entzündung der Haut und des Unterhautzellgewebes, überstanden dieselbe jedoch ohne besondere Schädigung des Allgemeinbefindens.

Der fast aus reinem Blut bestehende Darminhalt einer weiteren Taube wurde in einer Schale in einer dunklen feuchten Ecke hinter dem Eisschrank bei einer durchschnittlichen Tagestemperatur von 15° aufbewahrt. In demselben waren am elften Tage infektionstüchtige Bazillen nicht mehr nachzuweisen.

Wurde aber Darminhalt von Tauben von gleicher Beschaffenheit wie vorerwähnt und in gleichhoher Schicht der Einwirkung des Sonnenlichtes ausgesetzt, so konnten bereits am fünften Tage Tauben nicht mehr tödlich infiziert werden.

Das Herzblut eines Meerschweinchens, dem Sonnenlichte ausgesetzt, enthielt nach sechs Tagen keine ansteckungsfähigen Bazillen mehr, während sich dieselben in dem ebenfalls von der Sonne belichteten Herzblut einer Taube zehn Tage lang infektiös erhielten.

Von Organen wurde ausschliesslich die Leber zu den Fäulnis-Versuchen verwendet. Hierbei zeigte es sich, dass in Meerschweinchenleber — im Eisschrank bei 5° aufbewahrt — virulente Bazillen nach 18 Tagen nicht mehr enthalten waren, während in derselben, wenn sie unter Belichtung der Fäulnis überlassen wurde, die Bakterien bereits nach acht bis neun Tagen sich nicht mehr infektionsfähig erwiesen. Auffallenderweise wurde das gleiche Ergebnis bei dem Versuche mit einem 250 g schweren Stück bazillenhaltiger Schweineleber erzielt. Jedenfalls hatte hier der ausserordentlich grosse Fettgehalt den rascheren Eintritt der Fäulnis begünstigt.

In einer Hühnerleber, welche bei 15° gegen Licht geschützt aufbewahrt wurde, konnten durch subkutane Impfung von Tauben noch am 23. Tage virulente Geflügelcholerabazillen nachgewiesen werden, trotzdem die Leber vollkommen verfault war und eine schmierige, übelriechende schmutzigbraune Masse bildete.

In Geflügelblut oder -Organen hielten sich nach vorstehenden Versuchen die Bazillen länger infektiös als im Blute oder der Leber von Meerschweinchen. Es dürfte dies dadurch zu erklären sein, dass die Bakterien im Meerschweinchenkörper infolge ungünstigerer Lebensbedingungen, denen sie sich erst anpassen müssen, an und für sich weniger virulent und widerstandsfähig sind als im Geflügelkörper.

Die geringere Widerstandsfähigkeit der Geflügelcholerabazillen im Darminhalte vom Geflügel gegenüber jenen in Organen findet ihre Erklärung in dem Umstande, dass die Bazillen der Geflügelcholera im Kampfe mit den anderen Darmbakterien verhältnismässig früh unterliegen. Hierin dürfte auch der Grund zu suchen sein, warum Schönwerth[1]) bei seinen Untersuchungen über Haltbarkeit von Geflügelcholerabazillen in infizierten Brunnen in dem letzten Versuche, in welchem er das Wasser mit einer Aufschwemmung von infektiösem Kot bezw. Darminhalt vermischte, vom ersten Versuchstage an bei den an Tauben ausgeführten Injektionsversuchen ein negatives Ergebnis erhielt. Schönwerth glaubte, dieses eigenartige Resultat sei auf eine ungenügende Verrührung des Kotes mit Wasser zurückzuführen, oder aber der beim Verreiben benutzte Sand habe die Bakterien mit zu Boden gerissen. Möglicherweise kann das eine oder andere dieser Momente mitbeteiligt gewesen sein, wahrscheinlicher

---

[1]) Schönwerth, A., Über die Möglichkeit einer von Brunnenwasser ausgehenden Hühnercholera-Epizootie. Archiv für Hygiene, Bd. XV, 1892, S. 61.

aber ist, dass nur der kleinere Teil des dem Wasser beigemengten Kotes virulente Bazillen enthielt, denn in dem vier Wochen lang aufbewahrten Taubenkote waren nach vorstehenden Versuchsergebnissen, selbst wenn er im Eisschrank aufbewahrt worden war, sicher keine virulenten Geflügelcholerabazillen mehr enthalten; in dem mindestens sechs bis sieben Tage alten Kote von fünf Hühnern war jedenfalls bereits eine Abschwächung der Virulenz eingetreten und nur der unmittelbar vor dem Versuche gesammelte Kot bezw. Darminhalt von vier Hühnern kann als vollvirulentes Infektionsmaterial gelten.

Ausser diesen Versuchen wurden noch einige andere angestellt, um zu ermitteln, wie lange die Geflügelcholerabazillen ihre Virulenz im Dünger und im Erdboden bewahren können.

Die Prüfung der Haltbarkeit im Dünger wurde mit Seidenfäden, an welche Taubenblut angetrocknet worden war, bezw. mit Organen einer Taube vorgenommen. Es ist ohne weiteres klar, dass bei der den Seidenfäden anhaftenden dünnen Schicht von Infektionsstoff die Unschädlichmachung der Bakterien durch den Dünger ungleich rascher erfolgen wird als bei den eine dickere Schicht bildenden Organen. Die Versuche mit Seidenfäden wurden in der Weise ausgeführt, dass letztere mit infektiösem Milzsaft einer Taube durchtränkt und getrocknet wurden. Die Trocknung war nach 24 Stunden eine vollständige. Alsdann wurden die Seidenfäden in ein Holz eingeklemmt und in den Dünger eingegraben und zwar so, dass der eine Faden jedesmal 40 cm, der andere 1 m tief im Dünger stak. Täglich wurde ein Stückchen des Fadens entnommen und auf Mäuse subkutan verimpft. Das Ergebnis war, dass die Erreger der Geflügelcholera bis zum siebenten Tage noch lebensfähig waren.

Infolge der relativ dünnen Schicht des an den Seidenfäden angetrockneten infektiösen Materiales erfolgte die Abnahme der Virulenz desselben ziemlich rasch; ein wesentlich anderes Ergebnis hatte ein mehr den tatsächlichen Verhältnissen angepasster Versuch, in welchem die zusammenhängenden Organe einer Geflügelcholera-Taube in einer offenen Schale 1 m tief in Dünger eingegraben wurden. Bei der ersten Herausnahme nach sieben Tagen befand sich in der Schale eine in Jauche eingebettete schmierige Masse, in welcher nur noch der Magen sowie der auffallend gut erhaltene Darm zu erkennen waren. Eine an diesem Tage mit 2 ccm Darminhalt-Aufschwemmung subkutan geimpfte Taube ging nach 20 Stunden an Geflügelcholera zugrunde. Am 19. Tage liessen sich durch die erwähnte elektive Impfung noch infektionstüchtige Geflügelcholerabazillen in den Organen nachweisen; allerdings war vom 15. Tage ab bereits eine Abschwächung festzustellen, indem die geimpfte Taube erst nach 48 Stunden einging. Bei einer am 21. Tage geimpften Taube trat zwar die speckige, gelbverfärbte Infiltration der Haut und des Unterhautzellgewebes auf, doch zeigte das Tier keinerlei schwerere Krankheitserscheinungen.

Über die Widerstandsfähigkeit der Geflügelcholerabazillen gegenüber der Einwirkung der Fäulnis im Boden wurden nachstehende Versuche angestellt:

Die Organe einer Gans wurden nach beendeter Sektion in die Bauchhöhle gelegt und das abgehobene Brustbein mittels einer Schnur an den Körper befestigt, sodass

der Eröffnungsschnitt vollständig geschlossen war. Der Kadaver wurde alsdann in ziemlich sandigem Boden 1 m tief eingegraben. Am 7. Tage wurde derselbe ausgegraben; die Fäulnis war weit vorgeschritten, Fleisch und Organe zeigten eine schwarzbraune Farbe und schmierige Beschaffenheit. Eine mit 2 ccm Leberaufschwemmung subkutan geimpfte Taube erlag der Geflügelcholera innerhalb 20 Stunden. Die Untersuchung dieser Leberaufschwemmung im hängenden Tropfen ergab eine üppige Bakterienflora: Kokken, kurze, plumpe bewegliche Stäbchen und längere bewegliche und unbewegliche Stäbchen; die kurzen Stäbchen der Geflügelcholera waren nicht mit Sicherheit zu unterscheiden.

Durch elektive Impfung waren noch am 26. Tage ansteckungsfähige Geflügelcholerabazillen nachzuweisen. Eine am 27. Tage geimpfte Taube erkrankte nicht.

Gleichzeitig mit dem Gänsekadaver wurden in die gleiche Grube zwei Gläser eingegraben, von denen das eine ein kleines Stück Leber dieser Gans, das andere ein mit Herzblut des gleichen Tieres getränktes Stück Filtrierpapier enthielt. Die Deckel der Gläser waren mit Paraffin gedichtet worden. Die Leber war erst am 15. Tage vollständig verfault, braunschwarz, schmierig, übelriechend. Virulente Bakterien wurden zuletzt am 23. Tage durch Impfung festgestellt. Das mit Herzblut getränkte Filtrierpapier ragte in einen paraffinierten Kork eingeklemmt frei ins Innere des Glases hinein. Am 9. Tage war das Papier noch immer feucht, von braunroter Farbe, mässig riechend. Am 20. Tage blieb die mit einer aus dem bluthaltigen Papier hergestellten Aufschwemmung geimpfte Taube gesund.

Das Ergebnis, dass die Bakterien der Geflügelcholera im vergrabenen und faulenden Tierkörper sich 26 Tage lang noch lebensfähig erhalten können, weist auf die Notwendigkeit einer exakt durchzuführenden Beseitigung der an Geflügelcholera zugrunde gegangenen Tiere hin, da nur oberflächlich verscharrte oder gar achtlos weggeworfene Kadaver den Ausgangspunkt verheerender Seuchen bilden können.

Ausser in festen Substraten ist auch im Wasser die Haltbarkeit der Geflügelcholerabazillen eine ziemlich lange, vorausgesetzt, dass die den Bakterien im allgemeinen günstigen Bedingungen: wenig Licht und zusagende Temperatur gegeben sind.

Über die Haltbarkeit der Geflügelcholerabazillen im Wasser hat, wie bereits erwähnt, Schönwerth mehrere Versuche angestellt, indem er gedeckte Brunnen, deren Wasser durchschnittlich 8,4° hatte, infizierte. Er kam hierbei zu dem Ergebnis, dass unter geeigneten Verhältnissen die Bazillen der Geflügelcholera kaum länger als zwei bis drei Wochen sich im Wasser virulent erhalten können, allerdings nur für intramuskuläre Impfung, nicht für Fütterung.

Vergleichende und nach verschiedener Richtung erweiterte Versuche meinerseits, bei welchen jedesmal zu je 100 ccm Wasser 5 ccm der gleichen Bouillonkultur zugesetzt worden waren, haben ergeben, dass unter Ausschluss des Lichtes bei durchschnittlicher Temperatur von 5 bis 6° die Bakterien sich 18 Tage lang im Wasser lebensfähig erhalten können. Wurde bazillenhaltiges Wasser im dunklen Schrank bei Zimmertemperatur (18°) aufbewahrt, so war nach 14 Tagen die Ansteckungsfähigkeit erloschen. Der Einwirkung diffusen Tageslichtes und zeitweise auch direkten Sonnenlichtes bei Zimmertemperatur ausgesetztes infiziertes Wasser vermochte bei

subkutaner oder intramuskulärer Injektion in Mengen von 2 ccm (entsprechend 0,1 Kultur) Tauben nach fünf Tagen nicht mehr tödlich zu infizieren.

Der auffallend grosse Unterschied in der Haltbarkeit der Geflügelcholerabakterien im unbelichteten und dem Lichte bei gleich warmer Temperatur ausgesetzten Wasser ist zweifellos in dem entwicklungshemmenden Einflusse des Lichtes auf die Bakterien begründet. Über diese Lichteinwirkung veröffentlichte H. Buchner[1]) im Jahre 1893 interessante Untersuchungen, bei welchen er zu dem Schlusse kam, dass direktes Sonnenlicht und diffuses Tageslicht bei einigermassen klarem Wasser noch bis in eine Tiefe von 2 m seinen entwicklungshemmenden Einfluss vollkommen kräftig äussert.

Die in mehreren übereinstimmenden Versuchen von mir beobachtete günstige Beeinflussung der Geflügelcholerabazillen durch das Licht sollte in Geflügelhöfen bei Anlage von Schwimmbecken oder Badeplätzen Berücksichtigung finden.

In dem im dunklen Raume und bei warmer Temperatur (18°) aufbewahrten Wasser war infolge des Wegfalles der die Bakterien schädigenden Lichteinwirkung ihre Haltbarkeit eine längere, indem sie sich bis zu 14 Tagen infektionsfähig erwiesen. Wenn auch die Dunkelheit und die Wärme den Geflügelcholerabazillen zusagte, so wurde durch eben dieselben Faktoren aber auch die Entwicklung der Fäulnisbakterien begünstigt, welch letztere sich auf Rechnung der fremden Eindringlinge in ihrem ureigenen Elemente ausbreiteten. Dass mit der Vermehrung der Wasserbakterien eine Abnahme der Geflügelcholerabazillen verbunden ist, geht aus dem Versuche hervor, in welchem das bei 5° dunkel aufbewahrte Wasser 18 Tage lang ansteckungsfähige Bazillen enthielt. In diesem Falle waren durch das verzögerte Eintreten der Wasserfäulnis die Geflügelcholerabazillen vier Tage länger lebensfähig geblieben.

Dadurch, dass die Geflügelcholerabazillen im kühlen, dem Einflusse des direkten Sonnenlichtes oder des diffusen Tageslichtes nicht ausgesetzten Wasser 18 Tage lang ihre Ansteckungsfähigkeit bewahren können, ist eine Verschleppung der Keime durch kleine Wasserläufe, die ja sehr oft von dichtem Gebüsch umsäumt der bakterienschädigenden Einwirkung des Lichtes grösstenteils entzogen sind, wohl möglich. Auf diese Weise liesse sich manche ganz unvermittelt und ohne nachweisbare Ursache plötzlich in einer in weitem Umkreise bisher seuchenfreien Gegend auftretende Epidemie erklären. Die Infektion des Wassers kann entweder direkt erfolgen dadurch, dass an Geflügelcholera erkranktes Wassergeflügel seinen Kot in dasselbe absetzt oder auch, wie Ott[2]) in einem Falle von seuchenhaftem Auftreten der Geflügelcholera bei Gänsen und Hühnern nachweisen konnte, dadurch, dass die Bakterien aus in der Nähe des Wassers gelegenen Düngerhaufen in dasselbe gelangen können. In dem erwähnten Falle lag der Düngerhaufen 50 m oberhalb der Badestelle der Gänse. Ausser der durch Aufnahme infizierten Wassers durch die Verdauungswege möglichen Ansteckung ist beim Wassergeflügel hauptsächlich mit der Infektion durch die oberen

[1]) H. Buchner, Über den Einfluss des Lichtes auf Bakterien und Selbstreinigung der Flüsse. Archiv für Hygiene Band XVII. 1893.

[2]) Ott, Ein Beitrag zur Kenntnis der Entstehungsursache der Geflügelcholera. Deutsche tierärztl. Wochenschrift 1894.

Luftwege, den Konjunktivalsack oder durch kleine Verletzungen an den Schwimmhäuten zu rechnen.

Die Widerstandsfähigkeit der Geflügelcholerabazillen gegen die Einwirkung von Desinfektionsmitteln ist aus nachstehenden Versuchen ersichtlich:

Die Abtötung der Bakterien in 24 Stunden alten, üppiggewachsenen Agar-Plattenkulturen erfolgte nach Einwirkung von 1‰ Sublimatlösung und 5% Karbolwasser nach einer Minute, von $2^1/_2$% Kresolschwefelsäure nach einer halben Minute, 3% Karbolwasser nach zwei Minuten, 5% Kalkmilch nach einer Minute, 1% Kalkmilch nach vier bis fünf Minuten und 3% Sodalösung von 50° nach drei Minuten. Kalte 3% Sodalösung hatte nach 15 Minuten langer Einwirkung nur eine Verzögeruug des Wachstums zur Folge.

Ein Mittel soll hier noch Erwähnung finden, dem ausser seiner vorzüglichen Aufsaugungsfähigkeit eine gewisse desinfektorische Kraft nicht abgesprochen werden darf. Es ist dies der Torfmull. Wie günstig derselbe auf die Bazillen der Geflügelcholera einzuwirken vermag, wird durch nachstehenden Versuch illustriert, zu welchem der gesamte stark bluthaltige Darminhalt einer Taube — in drei Teile geteilt — wie folgt verwendet wurde:

Ein Teil wurde mit grober Torfmullstreu vermischt, ein zweiter mit feinkörnigem Sand, der dritte mit sogenanntem Sägemehl. Die drei so beschickten Schalen wurden, um den schädigenden Einfluss des Lichtes auszuschliessen, in einem dunklen Raume von etwa 15° aufbewahrt.

Sand und Torfmull waren fast gleichzeitig innerhalb 24 Stunden getrocknet, das Sägemehl zeigte sich noch am dritten Tage feucht. Die täglich vorgenommene Impfung von Tauben mit filtrierter Aufschwemmung aus den drei Substraten ergab, dass im Torfmull nach 48 Stunden infektionstüchtige Geflügelcholerabazillen nicht mehr vorhanden waren, während im Sand noch am sechsten Tage, im Sägemehl am siebenten Tage infektionsfähige Bazillen der Geflügelcholera nachgewiesen werden konnten. Aus diesem Ergebnis ist der Schluss berechtigt, dass die äusserst rasche Abtötung der Bakterien im Torfmull nicht ausschliesslich auf Rechnung seiner Aufsauge- und Austrocknungskraft zu setzen ist, sondern dass die im Torfmull befindlichen Huminsäuren bakterienfeindlich wirken. Von diesem Gesichtspunkte aus dürfte sich Torfmull als Streumittel in Hühnerställen und -höfen bewähren; die ihm nachgerühmte Fähigkeit, Ungeziefer vom Geflügel fernzuhalten, kann übrigens nach unseren Erfahrungen nicht bestätigt werden.

Immunisierungsversuche.

Bekanntlich diente die Hühnercholera Pasteur als Ausgangspunkt für seine späteren Schutzimpfungen; er hatte nämlich beobachtet, dass Hühner, welche von der Seuche befallen waren und später sich wieder erholten, gegen eine spätere Infektion geschützt waren. So hatte er nach vielfachen Versuchen die jetzt zum Teil noch angewandte Schutzimpfung mit einem abgeschwächten (premier vaccin) und einer darauffolgenden Injektion mit einem etwas stärker wirkenden Impfstoff (deuxième vaccin) empfohlen, der aus längere Zeit bei Luftzutritt aufbewahrten und auf diese Weise abgeschwächten Kulturen der Geflügelcholera hergestellt wurde.

Diese Schutzimpfungen haben jedoch eine praktische Bedeutung nicht erworben. Namentlich hat Kitt[1]) auf Grund seiner Untersuchungen ihnen nicht allein jeden Wert bestritten, sondern sie direkt für gefährlich erklärt, da eine Weiterverbreitung der Seuche durch das schutzgeimpfte Geflügel zu befürchten ist. Dazu kommt, dass eine so lange Zeit erfordernde Impfmethode bei einer Seuche, die so rasche Fortschritte macht, wie die Geflügelcholera und in wenigen Tagen den grössten Teil des Geflügels dahinrafft, keinen genügenden Schutz äussern kann.

Die günstigen Resultate, welche die Schutzimpfungen gegen Rotlauf der Schweine vermittels des Serums immunisierter Pferde zeitigten, erweckten die Vermutung, dass es gelingen könnte, auch bei den anderen infektiösen Erkrankungen — Schweinepest und Schweineseuche, sowie bei der nahe verwandten Geflügelcholera — ein schützendes Serum zu gewinnen.

So hatten Kitt und Mayr[2]) versucht, durch intravenöse Injektion mit virulentem Taubenblut bei Pferden ein immunisierendes Serum zu erhalten; nach ihrer eigenen Angabe hatten sie zwar eine nennenswerte Resistenzsteigerung bei Hühnern und Tauben nicht erzielt, „aber an Kaninchen und Mäusen verzögerte sich der Krankheitsausbruch bei den Serumgeimpften in auffallender Weise“ und weiter sahen sie nur eine geringe Schutzwirkung bei Kaninchen und Mäusen bei Injektion mit dem Serum von mit Geflügelcholera vorbehandelten Kaninchen. Jedoch war sowohl die mit dem Pferde- als mit dem Kaninchenserum erzielte Immunität von nur geringer Dauer. Dieselben Verfasser fanden, dass auch normales Hundeserum eine geringe verzögernde Wirkung bei Geflügelcholera ausübe, nicht aber normales Pferde- und Rinderserum.

Bei Schweinen hatten Kitt und Mayr nur einen Versuch ausgeführt, der jedoch keineswegs beweisend ist: während ein Kontrollschwein nach intraperitonealer Injektion von Hühnercholeravirus in drei Tagen zugrunde ging, blieb das mit Pferdeserum behandelte Tier am Leben. Da weitere Versuche von den Verfassern nicht mehr veröffentlicht worden sind, so müssen wir wohl annehmen, dass diese Immunisierungsmethode doch nicht auch für die Praxis vollkommen befriedigende Resultate geliefert hat.

Auch Jess[3]), welcher mit aktiver Schutzimpfung im Laboratorium „Unempfindlichkeit von Hühnern gegen Einimpfung einer grossen Öse vollvirulenter Kultur erzielt hatte“, hat gleichfalls über Versuche in der Praxis, durch die ein Erfolg sich ergeben hätte, nicht weiter berichtet. Er fand, dass durch Hühnercholerabazillen, die 15 Minuten lang einer Hitze von 50° ausgesetzt waren, eine aktive Immunität nicht erzielt werden konnte, ebensowenig durch Behandlung der Kulturen mit hypermangansaurem Kali, chromsauren Salzen und durch Formalindämpfe, jedoch waren andere nicht weiter angegebene Zusätze imstande, bei kleineren Tieren eine aktive Immunität zu erzeugen.

In dem gleichen Jahrgang der Berliner tierärztlichen Wochenschrift teilt dann

[1]) Kitt, Wert und Unwert der Schutzimpfungen gegen Tierseuchen. Berlin, Verlag von Parey 1886.

[2]) Monatsschrift für prakt. Tierheilkunde Band VIII. S. 529.

[3]) Berliner tierärztl. Wochenschrift 1899. Nr. 4.

Schreiber-Landsberg[1]) mit, dass es ihm gelungen sei, von Tieren, welche gegen Geflügelcholera immunisiert worden waren, ein so schutzkräftiges Serum zu erlangen, dass Tauben und Hühner bei gleichzeitiger Injektion von 0,5 ccm Serum mit der tödlichen Dosis am Leben bleiben. Er empfiehlt die von Jess angegebene Methode der Impfung in die Nackenhaut und als Schutzdosis für Enten und Gänse 1 ccm seines Serums.

Prasse[2]) hatte zwar in der Praxis mit dem Schreiberschen Serum angeblich sehr gute Resultate erzielt und auch nach den von der Serumgesellschaft in Landsberg veröffentlichten Gutachten mehrerer Tierärzte waren die Erfolge mit dem Serum günstige, jedoch spielen bei der Geflügelcholera wie auch bei der Schweineseuche soviele Zufälle mit, dass man erst bei gleichmässig guten, zahlreich gemeldeten Erfolgen einen Einblick in die Wirksamkeit eines Serums gewinnen kann.

Niebel und Hoffmann[3]) hatten Versuche darüber angestellt, ob das Schweineseuche-Serum gegen Geflügelcholera zu schützen vermag. Sie hatten dabei ein selbst hergestelltes und ein von den Farbwerken in Höchst a. M. ihnen zur Verfügung gestelltes Schweineseuche-Serum bei Hühnern angewendet und gefunden, dass beide Sera in gleicher Weise tatsächlich auch schützende Wirkung bei Geflügelcholera zu entfalten vermögen. Von 14 mit ihrem Serum behandelten Hühnern, denen gleichzeitig mit dem Serum eine so grosse Menge Kultur injiziert wurde, dass das Kontrolltier innerhalb 24 Stunden starb, blieben zehn am Leben, ein Tier starb nach 24 Stunden, ein zweites nach 48 Stunden, ein drittes nach zehn Tagen und ein viertes erst nach 26 Tagen. Jedoch erlagen von dem Reste der überlebenden Tiere drei einer Spontaninfektion nach 60—72 Tagen, die noch übrigen Tiere mussten abgeschlachtet werden, sodass also der Impfschutz ein relativ kurzer war. Die unter einem verseuchten Geflügeltransport gemachten Versuche mit dem Serum können als beweisend für die Heilwirkung ihres Serums nicht angesehen werden, da von 29 Hühnern trotzdem noch 15 gestorben waren. Niebel und Hoffmann verschweigen allerdings nicht, dass die Anwendung des Schweineseuche-Serums gegen Geflügelcholera nur als Notbehelf dienen könne, solange es nicht gelänge, ein wirksames spezifisches Serum gegen letztere selbst herzustellen.

Namentlich haben wir Bedenken, die Wirksamkeit des Schweineseuche-Serums bei Geflügelcholera anzuerkennen, wenn sich die von Wassermann und Ostertag[4]) vertretene Ansicht der Verschiedenheit der einzelnen Schweineseuche-Stämme bestätigen sollte. Wenn es auch bei unseren Untersuchungen über Geflügelcholera nicht gelungen ist, Stammesunterschiede der einzelnen Bakterienstämme zu finden, so konnten wir doch feststellen, dass sie in ihrem Virulenzgrade ganz erhebliche Verschiedenheiten zeigten, wie dies von uns weiter unten ausgeführt worden ist.

Bei den von uns angestellten vergleichenden Agglutinationsversuchen (vergl. Tabelle a) hatten wir allerdings gefunden, dass eine Kultur (Gans I) sowohl von dem

---

[1]) Berliner tierärztl. Wochenschrift 1899. Nr. 37.
[2]) Berliner tierärztl. Wochenschrift 1899. Nr. 45.
[3]) Deutsche tierärztl. Wochenschrift 1900. Nr. 36.
[4]) Monatshefte für prakt. Tierheilkunde. Jahrgang 1902.

Wassermann-Ostertagschen Serum als auch dem Höchster Serum und dem Septizidin ziemlich hoch (1 : 2—3000) agglutiniert wurde, während eine erheblich virulentere Kultur (Gans IV) nur mit dem Höchster Serum starke Agglutination (1 : 3000) zeigte, mit dem Septizidin nur schwach (1 : 500), und mit dem Wassermann-Ostertagschen Serum überhaupt nicht agglutinierte.

Tabelle a:

Agglutinationsversuch mit Kultur Gans I.

Verdünnung	Serum Wassermann Ostertag	Serum Höchst	Septizidin
1 : 50	+	+	+
1 : 100	+	+	+
1 : 500	+	+	+
1 : 1000	+	+	+
1 : 2000	+	+	+
1 : 3000	—	+	+
Kontrolle	—	—	—

Versuch mit Kultur Gans IV.

Verdünnung	Serum Wassermann Ostertag	Serum Höchst	Septizidin
1 : 50	—	+	schwach +
1 : 100	—	+	schwach +
1 : 500	—	+	schwach +
1 : 1000	—	+	—
1 : 2000	—	+	—
1 : 3000	—	+	—
Kontrolle	—	—	—

Tabelle b:

Nr. des Versuchstieres	Art der Impfung	Zeit der Impfung	Menge und Art des Impfstoffes	Ergebnis
Maus 1	subkutan	gleichzeitig, aber getrennt	0,00001 ccm 24 stdg. Bouillonkultur Gans IV u. 0,5 ccm Serum Wassermann-Ostertag vom 21. 8. 02.	lebt; munter.
Maus 2	desgl.	zunächst: nach 24 Std.	0,5 ccm Serum Wassermann-Ostertag 0,00001 ccm 24 stdg. Bouillonkultur Gans IV.	lebt; munter.
Maus 3	subkutan	gleichzeitig, aber getrennt	0,00001 ccm Bouillonkultur Gans IV u. 0,5 ccm Septizidin vom 12. 9. 02.	† nach 48 Stunden, zahlr. polgefärbte Stäbchen im Blute.
Maus 4	desgl.	zunächst: nach 24 Std.	0,5 ccm Septizidin 0,00001 ccm Bouillonkultur Gans IV.	† nach 3 Tagen. Befund wie bei Maus 3.
Maus 5	subkutan	gleichzeitig, aber getrennt	0,00001 ccm 24 stdg. Bouillonkultur Gans IV u. 0,5 ccm Serum Höchst a. M. vom 27. 8. 02.	lebt; munter.
Maus 6	desgl.	zunächst: nach 24 Std.	0,5 ccm Serum Höchst 0,00001 ccm Bouillonkultur Gans IV.	lebt; munter.

Wenn wir nun weiter diese gleichen drei Sera benützen, um die Schutzwirkung bei Mäusen festzustellen (Tab. b), so fällt dieser Versuch zu ungunsten des Septicidin aus. Das Wassermann-Ostertagsche und das Höchster Schweineseuche-Serum waren imstande, bei vorhergehender Immunisierung und bei gleichzeitiger Injektion von Serum und Kultur die Mäuse am Leben zu erhalten, während mit dem Septizidin nur eine relativ kurze Verzögerung des Todes bewirkt werden konnte. Die Kultur, von welcher ein Millionstel Kubikzentimeter eine Maus von 20 g Gewicht innerhalb vier Tagen tötete, war dieselbe, welche durch das Septizidin nur schwach, durch das Wassermann-Ostertagsche Serum gar nicht, durch das Höchster Serum dagegen in der Verdünnung 1 : 3000 agglutiniert wurde.

Die Kontrollmäuse Nr. 7 und 8 erhielten je 0,00001 ccm der 24 stündigen Bouillonkultur von Gans IV subkutan injiziert und gingen nach 16 bezw. 18 Stunden zugrunde.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen möchte ich noch kurz auf meine eigenen Immunisierungsversuche über Geflügelcholera eingehen.

Zu diesem Zwecke wurden eine grössere Anzahl Kaninchen, ein Rind und ein Esel verwendet. Der Impfstoff wurde ausschliesslich intravenös injiziert. Die Kaninchen wurden zunächst mit abgetöteter Kultur bezw. Berkefeld-Filtrat geimpft. Die Abtötung erfolgte durch Erhitzung, durch Einwirkung von Chloroform und durch allmähliche Eintrocknung. Es ist bereits darauf hingewiesen, wie schwankend die Ergebnisse der einzelnen Abtötungsverfahren waren, sowie dass die verwendeten Berkefeldfilter die Bakterien der Geflügelcholera nicht zurückzuhalten vermochten.

Die Prüfung des Serums eines Kaninchens, das innerhalb 25 Tagen 24 ccm 10 Minuten lang auf 70° erhitzter Bouillonkultur desselben Stammes injiziert erhalten hatte, ergab, dass es den gleichen Stamm noch in einer Verdünnung von 1 : 1600 bis 2000 agglutinierte und Mäuse gegen die 1500fache Menge der vorher festgestellten kleinsten tödlichen Dosis bei gleichzeitiger Verimpfung von Serum und Kultur vollkommen schützte. Das gleiche günstige Ergebnis konnte mit dem Serum eines Kaninchens, dem mit Chloroform abgetötete Kultur injiziert worden war, erzielt werden.

Obwohl nach Vorbehandlung mit abgetöteten Kulturen Kaninchen die intravenöse Injektion lebender Kultur überstanden, so wurde doch mit Rücksicht auf die damit verbundenen Schwierigkeiten von weiteren Immunisierungsversuchen abgesehen.

Von grösseren Tieren wurde zunächst ein junges weibliches Rind mit durch Erhitzung abgetöteten Kulturen vorbehandelt. Das Tier reagierte auf jede Injektion mit hohem Temperaturanstieg, durchschnittlich 1,6—1,8°. Unmittelbar nach der Impfung wurde es kurzatmig, es stellte sich Husten und starker Schweissausbrauch ein, die Atmung erfolgte stossweise und unter Stöhnen; der Pansen erschien hochgradig gebläht. Diese Erscheinungen gingen in den nächsten 24 Stunden vollständig zurück, ebenso die Temperatursteigerung. Nach der Vorbehandlung mit abgetöteter Kultur wurden dem Rinde in zwölftägigen Zwischenräumen innerhalb 5½ Monaten rund 240 ccm lebender Bouillonkultur intravenös injiziert. Die letzten 170 ccm stammten von sehr virulenten aus Gänsen direkt gezüchteten Stämmen und wurden gemischt

verimpft, während die ersten 70 ccm Bouillonkultur von dem wiederholt erwähnten durch öftere Umzüchtung weniger virulent gewordenen Stamme gewonnen waren. Die Erscheinungen nach der jedesmaligen Impfung waren die gleichen wie oben beschrieben. Etwa 35 Tage nach Beginn der Injektionen von lebender Kultur (injizierte Gesammtmenge 16,5 ccm) trat eine Schwellung der linken supramammären Lymphdrüse auf, die innerhalb acht Tagen die Grösse eines Kindskopfes erreichte. Das linke Euter wurde nach vorne verdrängt, die Schwellung schien auf das Eutergewebe überzugreifen. Die ursprünglich steinharte Geschwulst zeigte am achten Tage auf ihrer Kuppe Fluktuation. Bei Inzision entleerte sich aus der Wundöffnung gelblicher, rahmiger Eiter. In demselben waren keine Bakterien nachweisbar, wohl aber fanden sich in dem nach vollständiger Entleerung der Abszesshöhle der Wandung entnommenen dünnen, gelblichen übelriechenden Eiter massenhaft polgefärbte Stäbchen. Eine mit etwas Abszessinhalt kutan geimpfte Taube ging nach 90 Stunden, eine zweite — subkutan geimpfte — nach 20 Stunden an Geflügelcholera zugrunde. Die Drüsenschwellung bildete sich allmählich zurück und blieb nur noch ein etwa hühnereigrosser, derber Knoten fühlbar. Das Serum, welches während dieser Drüsenerkrankung gewonnen worden war, agglutinierte unter zehn geprüften Stämmen den zur Impfung verwendeten Stamm sowie einen aus einem Kaninchen gewonnenen und gleichfalls nur im Reagensglase weitergezüchteten gleichmässig abgeschwächten Stamm (in einer Verdünnung von 1 : 800) und vermochte Mäuse gegen die tausendfache tödliche Dosis drei Tage lang zu schützen. Zwölf Tage nach der Inzision der Drüsengeschwulst wurden 8 ccm. lebender Bouillonkultur injiziert. 14 Tage später gewonnenes Serum vermochte Tauben nach vorhergegangener Injektion von 1 ccm gegen die folgende Impfung mit der tausendfachen tödlichen Menge drei Tage lang zu schützen. Später wurden drei weitere Stämme zuerst einzeln und dann gemischt verimpft. Nach Injektion von 25 ccm Bouillonkultur, die frisch aus einer Gans angelegt worden war, stellte sich sofort eine hochgradige Verschlechterung des Allgemeinbefindens ein. Das Tier frass schlecht, hustete viel, magerte ab und entleerte aus Maul und Nase zähen, übelriechenden, grünlichgelben Schleim. Es mussten deshalb die Zwischenräume zwischen den Injektionen verlängert werden, damit sich das Tier einigermassen erholen konnte. 27 Tage nach der Injektion von 50 ccm gemischter Kultur wurden 60 ccm Bouillonkultur derselben Stämme injiziert. Zwei Tage zuvor waren etwa 250 ccm Blut aus der Halsvene entnommen worden. Das Blut erwies sich bei Verimpfung auf Tauben bakterienfrei. Das hieraus gewonnene Serum agglutinierte keinen einzigen Stamm, weder den ursprünglich injizierten wenig virulenten noch die übrigen zur Impfung verwendeten. Ein Impfversuch an Tauben schlug fehl, es bestand nicht einmal ein Schutz gegen die zehnfache tödliche Dosis. Nach der erwähnten letzten Injektion von 60 ccm verschlechterte sich der Allgemeinzustand des Tieres sichtlich. Die Temperatur war subnormal, das Durstgefühl gesteigert, die Nahrungsaufnahme sehr gering, der Husten vermehrt. Bei stetiger Abnahme der Kräfte erfolgte acht Tage nach der Impfung der Tod. Die Sektion, etwa acht Stunden nach dem Tode vorgenommen, ergab nachstehenden interessanten Befund:

Hautdrüsen vergrössert, graurot, sehr saftreich. Die linke supramammäre Lymphdrüse etwa hühnereigross, nur noch aus fibrösem Gewebe bestehend. Peritoneum braunrot, injiziert, in der Bauchhöhle etwa ein Liter blutiggefärbter Flüssigkeit. Darmserosa injiziert, Darm ohne Veränderung. Mesenterialdrüsen nicht vergrössert. Leber lehmgelb, gross, sehr fettreich. Milz dunkelbraunrot, stark vergrössert, sehr weich; die Follikel als hanfkorngrosse Knötchen über die Schnittfläche vorquellend. Gallenblase kindskopfgross, prall gefüllt mit flüssigem gelblichem Inhalt. Nieren mässig blutreich. Bei Eröffnung der Brusthöhle zeigte sich die Rippenpleura beiderseits mit fast 3 mm dicken Fibrinschwarten belegt, die Lunge, besonders die linke, hatte eine leberartige Konsistenz. Der Herzbeutel stark injiziert, von Blutungen durchsetzt. Nach Eröffnung desselben zeigte sich das Epikard mit einer zottigen, dichten Fibrinschicht besetzt, der Herzmuskel graurot, das Endokard ohne Veränderung. Die Lungen waren vollständig hepatisiert, das Gewebe schiefriggrau, von zahlreichen, bis über pfennigstückgrossen käsigen Herden durchsetzt. Dazwischen erschienen feine hirsekorngrosse graue Knötchen — höchstwahrscheinlich frische peribronchitische Herde — eingelagert. Bronchialdrüsen vergrössert, graurötlich, sehr saftreich. In den Bronchien schmieriges, grünliches, übelriechendes Sekret; nach dessen Entfernung trat die hochgradig entzündlich gerötete Schleimhaut zu Tage.

Der Lungenbefund entsprach makroskopisch genau dem Bilde einer tuberkulösen käsigen Lungenentzündung, wenn auch Herde in den Bronchialdrüsen nicht aufgefunden werden konnten. Trotz sorgfältigster Durchmusterung einer Reihe von Präparaten, aus den käsigen Massen hergestellt, waren Tuberkelbazillen nicht nachzuweisen. Dagegen bot das Gesichtsfeld das Bild eines Ausstriches von Geflügelcholera-Reinkultur. Eine mit 1 ccm Lungen-Aufschwemmung subkutan geimpfte Taube ging nach 20 Stunden an Geflügelcholera zugrunde. Dieser Befund von Verkäsung in den Lungen, den ich bereits bei einer Gans, welche drei Tropfen Bouillonkultur in die Nasenöffnung eingeträufelt erhalten hatte, beschrieben habe, erinnert lebhaft an ähnliche bei Schweineseuche beobachtete Lungenveränderungen.

Die Tatsache, dass das Serum des Rindes, nachdem es deutliche, wenn auch nicht sehr hochgradige agglutinierende und schützende Eigenschaften besessen, diese so rasch — 25 Tage nach vorausgegangener Impfung — wieder eingebüsst hatte, dürfte ihren Grund in der allgemeinen Schwäche des Tieres haben.

Schliesslich wurden noch Immunisierungsversuche an einem Esel angestellt, dessen Serum sich als sehr brauchbar erwies. Zugleich ist dieser Versuch deshalb interessant, weil er darüber Aufschluss gibt, dass Stammesunterschiede weder bei der Agglutination noch bei der Immunisierung eine Rolle spielen. Der Esel hatte innerhalb 53 Tagen 33,66 ccm lebender Bouillonkultur des auch bei den Kaninchen und dem Rinde verwendeten Stammes injiziert erhalten. Bei der darnach vorgenommenen Serumprüfung zeigte es sich, dass dasselbe unter 20 Stämmen nur diesen einzigen Impfstamm bis zu einer Verdünnung von 1 : 1600 agglutinierte, die übrigen 19 aber in keiner Weise beeinflusste. Tauben konnten durch 0,5 ccm Serum gegen die 500fache tödliche Dosis fünf Tage lang geschützt werden. Am 30. September 1902 erhielt der Esel 15 ccm einer Bouillonkultur, die aus dem vorerwähnten Stamme — aber nach Passage durch sechs Hühner — gewonnen war, in die Ohrvene injiziert. Das Tier reagierte auch diesmal wie bisher mit raschem Temperaturanstieg um 1,2 °. (Zuweilen betrug der Anstieg 1,6—2 °.) Gleichzeitig traten Durchfall, Kurzatmigkeit, Schweissausbruch und schlechte Fresslust auf. Gegen Abend sank die Temperatur in steilem Abfalle um 1,8 °. Am nächsten Tage war das Allgemeinbe-

finden besser. Eine 14 Tage nach dieser Impfung angestellte Prüfung des Serums ergab ein Agglutinationsvermögen bis zu 1 : 2000 (weitere Verdünnungen wurden nicht geprüft); es wurde aber nicht nur der ursprüngliche Impfstamm agglutiniert, sondern auch fünf weitere darauf geprüfte Stämme, welche aus Gänsen frisch gewonnen worden waren.

Was den Schutz betrifft, den dieses Serum zu verleihen vermochte, so blieben Tauben nach gleichzeitiger aber örtlich getrennter Impfung mit 0,5 ccm Serum und 0,001 ccm Kultur (das Zehntausendfache der durch Kontrollimpfung festgestellten tödlichen Dosis) am Leben. Es beweist also dieser Versuch, dass die ursprünglich vermutete Verschiedenheit der Stämme für Geflügelcholera nicht anzunehmen ist, sondern dass lediglich Herabsetzung der Virulenz die Ursache der einseitigen Agglutination war. Nach Hebung der Virulenz durch Passage war es gelungen, die agglutinierende Wirkung des Serums auch auf andere Stämme als den Impfstamm zu erzielen.

Am 13. Oktober 1902 wurden dem Versuchstiere 20 ccm einer Kultur injiziert, welche direkt aus einem Gänsekadaver gezüchtet war. Nach ziemlich heftiger, aber rasch wieder vorübergehender Störung des Allgemeinbefindens erfolgte am 24. Oktober die Injektion von 25 ccm einer aus einer zweiten Gans frisch gewonnenen Kultur. Auch diese Impfung hinterliess keine auffallende Störung. Als jedoch am 7. November 40 ccm einer Mischung aus beiden vorerwähnten Kulturen zur Verimpfung gelangten, verfiel das Tier sichtlich. Unter heftigem Schweissausbruch wurde die Atmung beschleunigt, sie erfolgte stossweise, von Husten begleitet, das Tier blieb mit vorgestrecktem und auf die Streu aufgelegtem Kopfe liegen, Futter und Trank wurden verweigert. Gleichzeitig bestand heftiger Durchfall. Zwei Tage nach der Impfung trat der Tod ein. Die Sektion ergab hämorrhagische Peritonitis, Milztumor, Fettleber, beginnende parenchymatöse Nephritis, hämorrhagisch-seröse Pleuritis beiderseits, Hyperämie und Ödem der Lungen, ausgedehnte Hämorrhagien unter dem Epi- und Endokard. Im Herzblut und in Ausstrichen aus den einzelnen Organen fanden sich zahlreiche polgefärbte Stäbchen der Geflügelcholera.

Aus dem mit dem Esel angestellten Immunisierungsversuche geht hervor, dass diese Tierspezies — ähnlich dem Pferde — zur Serumgewinnung auch für Geflügelcholera gut geeignet sein dürfte und dass es zweifellos gelingt, ein brauchbares bakterizides Serum gegen Geflügelcholera herzustellen.

Zur Prüfung des Wertes eines Geflügelcholera-Serums ist einzig und allein die Taube geeignet; bei Hühnern kann das Versuchsergebnis oft dadurch beeinträchtigt werden, dass manche für Geflügelcholera sehr wenig oder garnicht empfänglich erscheinen. Leider konnten wegen der bevorstehenden Beendigung des Kommandos die Versuche nicht weiter aufgenommen werden.

In das neue Viehseuchengesetz soll die Geflügelcholera und Hühnerpest aufgenommen werden, denn nur durch die Anzeigepflicht und energische Massregeln kann der Kampf auf allen Linien erfolgreich aufgenommen und die verheerende Geflügelseuche mehr und mehr zurückgedrängt werden. Solange aber private Interessen

denen der Allgemeinheit vorgezogen werden, solange seitens der Geflügelhändler, -Züchter oder -Liebhaber eine ausgebrochene Seuche sorgfältig geheimgehalten wird, ist auf eine erfolgreiche Bekämpfung nicht zu rechnen. Nicht immer ist die Furcht vor materiellem Schaden der Anlass zur Verheimlichung, zuweilen ist es bloss die Scheu vor den Weiterungen, welche die erstattete Anzeige nach sich zieht, mit andern Worten: während der eine bei einer ausgebrochenen Seuche die Anzeige unterlässt und durch Veräusserung notgeschlachteten oder lebenden, aber verseuchten Geflügels für sich den Schaden möglichst gering zu gestalten sucht, verheimlicht ein anderer den Seuchenausbruch nur deshalb, weil er die amtliche Bekanntmachung als Brandmarkung seines Namens betrachtet.

Zum Schlusse soll noch auf einen Umstand hingewiesen werden, der vielleicht schon manches Mal auf einem Geflügelhofe den Ausbruch der einen oder der anderen Geflügelseuche veranlasste. Es ist die Gewohnheit, die Eingeweide oder sonstige Abfälle lebend oder geschlachtet gekauften Nutzgeflügels dem Federvieh im Hofe als Futter vorzuwerfen. Wenn man bedenkt, dass sich unter dem gekauften Nutzgeflügel sehr leicht infizierte und notgeschlachtete Tiere befinden können, so wird es sich ohne weiteres empfehlen zu vermeiden, dass Geflügel mit den Abfällen gekaufter Tiere in Berührung komme.

Schliesslich, aber nicht als der letzte, erscheint noch der Wunsch berechtigt, mehr wie bisher der Hygiene im Hühnerhofe, besonders bei Anlage kleinerer Geflügelhaltungen, Rechnung zu tragen. Anstatt dem Geflügel einen dumpfen, nur mässig belichteten Raum zum Aufenthalte anzuweisen, sollte man bei Anlage des Hühnerhofes in erster Linie darauf bedacht sein, dass Licht und Luft unbehindert Zutritt haben. Besser wäre es zweifellos, von der Einrichtung eines Geflügelhofes überhaupt Abstand zu nehmen, als die Tiere in Räumen unterzubringen, in welchen sie infolge mangelhafter hygienischer Verhältnisse nicht nutzbringend gedeihen können. Dass in unhygienisch angelegten Hühnerhöfen eine ausgebrochene Seuche die denkbar günstigsten Bedingungen zu ihrer Weiterverbreitung findet, ist von selbst klar.

II. Die Hühnerpest.

Als Hühnerpest werden die seit Anfang des Jahres 1901 in Mitteldeutschland an verschiedenen Stellen beobachteten Geflügelseuchen bezeichnet, welche zwar klinisch gewisse Ähnlichkeit mit der Geflügelcholera zeigen, ätiologisch aber, soweit sich aus den in der Literatur vorhandenen Aufzeichnungen ersehen lässt, von ihr verschieden sind. Während die Geflügelcholera Geflügel aller Art befällt, fallen der neuen Seuche fast ausschliesslich nur Hühner zum Opfer. Als Ausgangspunkt dieser Seuche wird eine auf der vom 1. bis 4. Februar 1901 zu Braunschweig abgehaltenen Geflügelausstellung unter den ausgestellten Hühnern ausgebrochene seuchenhafte Erkrankung bezeichnet. Die Einschleppung erfolgte höchstwahrscheinlich durch Geflügeltransporte aus Italien, wo die gleiche Seuche schon seit einer Reihe von Jahren bekannt ist. Zum ersten Male wurde derselben nach Centanni im Jahre 1880 von den

italienischen Forschern Rivolta und Delprato[1]) in ihrem Handbuch der Ornitoiatrie Erwähnung getan, indem sie neben der Geflügelcholera eine andere seuchenhafte Erkrankung als „typhus exsudativus gallinarum" unterscheiden, die nach ihrem klinischen und anatomischen Bilde grosse Ähnlichkeit mit der Hühnerpest hat. In den letzten zehn Jahren bildete dieselbe in Italien mehrfach den Gegenstand eingehender Studien. Sehr genaue Untersuchungen veröffentlichten in neuester Zeit Centanni, der die Seuche als „Vogelpest" bezeichnet, und Maggiora und Valenti, welche die Bezeichnung „tifo essudativo dei gallinacei" wählten.

Die gleichfalls im Jahre 1901 in Württemberg beobachtete und von Scheurlen und Buhl als „seuchenhafte Bauchfellentzündung des Haushuhnes" beschriebene Hühnerseuche ist zweifellos mit der italienischen Vogelpest und der sog. Braunschweiger Seuche identisch, umsomehr als die rege Einfuhr italienischen Geflügels gerade nach Württemberg eine Einschleppung von Geflügelseuchen leicht ermöglicht. Die Hühnerpest, bezw. eine ganz ähnliche Seuche soll übrigens nach Lüpke bereits im Jahre 1898 in Württemberg beobachtet worden sein.

In der Literatur finden sich bis jetzt eingehendere Untersuchungen über die neue Seuche veröffentlicht von Scheurlen und Buhl, von Lüpke in Stuttgart, Jess in Charlottenburg, Greve in Oldenburg, Enders in Weissenfels a. S., Joest in Frankfurt a. M., Lode und Gruber in Innsbruck, Centanni in Ferrara, Maggiora und Valenti in Modena, Ostertag und Wolffhügel in Berlin, Künnemann in Breslau.

Scheurlen und Buhl[2]) fanden bei der Untersuchung von Hühnern, welche im Frühjahr 1901 in verschiedenen Gegenden Württembergs einer seuchenhaften Erkrankung erlegen waren, in der Regel in der Bauchhöhle ein trübes, wässeriges Exsudat von weisslichgelber Farbe, das jedoch zuweilen eine solch auffallende Ähnlichkeit mit Eigelb hatte, dass es durch eine Verletzung des Eierstockes bezw. der Dotterhaut entstanden zu sein schien. Ausser diesem Exsudat wurden besondere pathologisch-anatomische Veränderungen nicht beobachtet. Ein Krankheitserreger konnte nicht entdeckt werden. Enten, Tauben, Kaninchen, Meerschweinchen und Mäuse waren für das Virus unempfänglich. Auch Scheurlen betont, dass die Seuche in Württemberg nicht neu sei, indem er bereits vor drei Jahren bei eingesandten Hühnern den gleichen Obduktionsbefund habe feststellen können.

Lüpke[3]) berichtete in einem Vortrage auf der Naturforscherversammlung in Hamburg 1901 über seine Untersuchungen bezüglich der neuen Geflügelseuche. Er schilderte das Krankheitsbild wegen seines raschen Verlaufes als der Geflügelcholera ähnlich, doch zeige die neue Seuche weit verheerenderen Charakter. Chronische Fälle wurden von ihm nicht beobachtet. Der Gang der erkrankten Tiere war taumelnd, meist lagen sie am Boden und hielten den Kopf unter den Flügeln versteckt. Die Fresslust sistierte völlig. Kamm und Kehllappen nahmen allmählich

---

[1]) L'ornitoiatria o la medicina degli uccelli domestici e semidomestici. Pisa 1880.

[2]) Zur Kenntnis der seuchenhaften Bauchfellentzündung des Haushuhnes. Berliner tierärztl. Wochenschrift 1901, S. 369.

[3]) Die neue Geflügelseuche. Berl. tierärztl. Wochenschr. 1901, S. 628 u. Deutsche tierärztl. Wochenschr. 1901, S. 395.

eine blaurote Farbe an. Die Nasenöffnungen waren mit Schleim erfüllt, der die Atmung erschwerte. Auch im Schnabel fand sich zäher weisslicher Schleim. Durchfall wurde öfters beobachtet, die Entleerungen waren von dunkelgrüner oder auch grauweisser Farbe. Die Sektion ergab in einem Drittel der Fälle in der Bauchhöhle ein meist dünnflüssiges, auf der Oberfläche viele Fetttröpfchen enthaltendes Exsudat, oft in Mengen von 15—20 g. Das Peritoneum war injiziert; im Drüsenmagen zeigten sich erhebliche Veränderungen. Die Drüsengruppen erschienen als konische Erhebungen mit gerötetem Gipfel, aus den Ausführungsgängen liessen sich weisse Pfröpfe ausdrücken und selbst Defekte der Schleimhaut kamen vor. Der Dünndarm zeigte subseröse Gefässinjektion. Die Schleimhaut desselben war diffus gerötet. Die Dickdarmschleimhaut war hin und wieder etwas entzündet. In den oberen Luftwegen bestand Katarrh, ebenso in der Luftröhre. Am Herzen wurden nur selten Blutungen beobachtet. Das Herzblut war immer geronnen. Die Seuche konnte durch Verfütterung von Schleim und Organen kranker Tiere, sowie durch subkutane Impfung mit Blut auf Hühner übertragen werden. Tauben und Mäuse erwiesen sich als unempfänglich. Dagegen fand Lüpke, dass Sperlinge für die Seuche empfänglich sind und deshalb eine Verschleppung verursachen können. Über den bakteriologischen Befund bei der neuen Seuche hat sich Lüpke eines bestimmten Urteiles enthalten.

Jess[1]) untersuchte zwei Hühner, die er vom Braunschweiger Zuchtverein zugesandt erhielt, und fand die Schleimhaut des Darmkanals vom Magen bis zum Endteil das Mastdarms gleichmässig braunrot verfärbt und geschwollen. Die entzündete Rachen- und Schlundschleimhaut war mit einem papierblattdicken schmierigen, leicht abstreifbaren grauen Belag bedeckt. Die Lungen waren unverändert. Der Herzbeutel enthielt reichliches gallertiges Exsudat. Auf dem viszeralen Perikard fanden sich hirsekorngrosse, gelbliche, fibrinartige Auflagerungen. Subepikardiale Blutungen waren nicht vorhanden. In zahlreichen Präparaten gelang es nur in einem mikroskopischen Bilde ein deutlich bipolar gefärbtes Stäbchen zu sehen. Fütterung von Hühnern mit Kadaverteilen hatte nach sieben Tagen den Tod der Tiere zur Folge. Jess isolierte aus den mit Herzblut, Darm oder Rachenbelag geimpften Agarplatten zwei Arten von Bakterien — die eine war der Geflügelcholera ausserordentlich ähnlich, doch blieben damit geimpfte Tauben gesund; die andere glich dem Erreger der menschlichen Influenza — und nahm auf Grund dieses Ergebnisses eine Symbiose von Geflügelcholerabakterien mit einem von ihm noch näher zu charakterisierenden Stäbchen an.

Greve[2]) stellte seine Untersuchungen an Hühnern an, deren Ansteckung auf der Braunschweiger Geflügelausstellung erfolgt war. Nach ihm unterscheidet sich der Sektionsbefund bei der Braunschweiger Seuche von dem bei Geflügelcholera dadurch, dass die Entzündungserscheinungen am Darm gewöhnlich nur am Duodenum stärker

[1]) Die Braunschweiger Hühner- und Putenseuche. Berliner tierärztl. Wochenschrift 1901. S. 191.

[2]) Beobachtungen über eine von der Braunschweiger Geflügelausstellung in die Stadt u. das Amt Oldenburg eingeschleppte Hühnerseuche. Deutsche tierärztl. Wochenschrift 1901. Nr. 37 S. 373.

waren, während der Dünndarm nur sehr wenig entzündet erschien; auch fand sich häufig in der Bauchhöhle ein Exsudat, was nach ihm bei der Geflügelcholera in der Literatur nicht angegeben ist. Die Veränderungen am Herzen waren dieselben wie bei der Geflügelcholera, die Lungen zeigten keine Veränderung. Auffallend war die Erkrankung der Rachenhöhlenschleimhaut und das häufig beobachtete Ödem des Unterhautzellgewebes in der Umgebung des Schlundes und der Luftröhre. Klinisch zeigte die Seuche grosse Ähnlichkeit mit der Geflügelcholera. Tauben und Mäuse erwiesen sich als refraktär, Sperlinge dagegen waren empfänglich. In den meisten Fällen liessen sich keine Bakterien auffinden, nur im Herzblut von zwei Hennen und einem durch Fütterung tödlich infizierten Bantamhuhne fand Greve einzelne bipolar gefärbte Stäbchen ähnlich denen der Geflügelcholera; doch erwiesen sich diese Bakterien bei Verimpfung auf ein Huhn für letzteres nicht pathogen. Auch er vermutet eine Mischinfektion, wodurch die Geflügelcholera einen anderen Verlauf und Charakter annehme.

Die von Enders[1]) beschriebene Phasianidenseuche zeigt in ihrem klinischen und anatomischen Bilde grosse Ähnlichkeit mit der Braunschweiger Seuche. Die Erkrankung war durch Geflügel, mit welchem die Braunschweiger Ausstellung beschickt war, eingeschleppt worden. Gegen eine Identität sprechen jedoch der von Enders gefundene bewegliche Bazillus und die damit angestellten positiven Übertragungsversuche.

Joest[2]) erhielt im Juli 1901 drei Hühner zur Untersuchung zugesandt, die aus einem Bestande aus Offenbach a./M. stammten. Derselbe war durch eine in klinischer Hinsicht der Geflügelcholera ähnliche Seuche in wenigen Tagen vernichtet worden. Bei der Sektion zeigte sich als besonders auffallende Veränderung eine ausgedehnte Ecchymosierung sämtlicher serösen Häute. Die Schleimhaut des Dünndarms war nur wenig gerötet, dagegen erschien die Dickdarmschleimhaut, besonders im Rektum, dunkelrot verfärbt und stellenweise von Hämorrhagien durchsetzt. Durch Verfütterung oder Verimpfung von Darminhalt, Blut und Organteilen kranker Hühner an gesunde erfolgte der Tod der Tiere durchschnittlich nach 3—4 Tagen. Bei allen drei Hühnern konnte Joest aus Herzblut, Milz, Leber und Darminhalt neben Bakterium coli ein Bakterium isolieren, das er anfänglich für den Erreger der Seuche hielt. Doch erwies sich dasselbe weder für Hühner noch für Tauben, Meerschweinchen und Mäuse pathogen. Durch weitere Untersuchungen konnte Joest feststellen, dass es sich um ein bisher noch nicht näher bekanntes Darmbakterium handle, und bezeichnete dasselbe als Bacterium intestinale gallinarum. Da dasselbe bereits sechs bis acht Stunden nach erfolgtem Tode im Blute und in den Organen der Offenbacher Hühner festgestellt werden konnte, so können Irrtümer bei der Beurteilung des bakteriologischen Befundes der neuen Seuche leicht vorkommen.

---

[1]) Beiträge zur Kenntnis einer neuen Infektionskrankheit der echten Hühner (Phasianidenseuche). Berl. tierärztl. Wochenschrift 1902 Nr. 23—26.

[2]) Beitrag zur Kenntnis der Bakterienflora des Hühnerdarmes nebst einigen Bemerkungen über die neue Hühnerseuche. Berliner tierärztl. Wochenschrift 1902 Nr. 16 S. 241.

Sehr eingehende Untersuchungen über die neue Seuche haben Lode und Gruber, Centanni, Maggiora und Valenti angestellt.

Lode und Gruber[1]) wurden zu ihren Untersuchungen durch Zeitungsberichte veranlasst, welche in den Innsbrucker Nachrichten vom 9. und 18. Juli 1901 über eine im oberen Inntale herrschende heftige Hühnerepidemie erschienen waren. Die Seuche wurde als „Hühnerpest" bezeichnet und war angeblich von italienischen Geflügelhändlern eingeschleppt worden. Nach Mitteilung des K. K. Landestierarztes Rizzoli hatte die Seuche in der Zeit vom März bis Juli 1901 nicht weniger als 121 Gemeinden mit über 300 Gehöften befallen. 90—95 % der erkrankten Tiere gingen zugrunde. Enten und Tauben erkrankten nicht, auch wurden unter kleineren Vögeln Todesfälle nicht beobachtet. Ausser Hühnern fielen der Seuche auch Gänse zum Opfer. Bei den künstlich infizierten Tieren war das klinische Bild ziemlich gleichartig, sowohl bei subkutaner und intramuskulärer als auch bei Fütterungs-Infektion. 24 Stunden nach Einverleibung des Impfstoffes stellte sich grosse Mattigkeit ein, aus der sich bald hochgradige Schlafsucht entwickelte. Häufig schien eine Seite gelähmt. Der Todeskampf dauerte oft länger als 24 Stunden. Nicht selten bestand Sekret an der Konjunktiva und der Nasenöffnung. Aus dem Schnabel trat fadenziehender Schleim. Die anfangs etwas gesteigerte Körperwärme (42—43°) betrug kurz vor dem Tode nur 27,5°. In einigen Fällen erschien der Kot blutig gefärbt. Der Kamm und die Kehllappen wurden oft tief dunkelblau. Bei den der natürlichen Infektion erlegenen Tieren fand sich nur eine Flüssigkeitsansammlung im Herzbeutel und eine mehr oder weniger ausgesprochene Injektion der Darmserosa. Bei subkutan oder intramuskulär geimpften Tieren zeigte sich bei der Sektion die Muskulatur im Impfbereiche weisslich verfärbt, brüchig und trocken. Bei Eröffnung der Bauchhöhle erschien das parietale Peritoneum der Impfseite getrübt, die entsprechende Leberhälfte war mit einer dicken, leicht abziehbaren Exsudatschwarte bedeckt. Ebenso war der Pleuraüberzug, das Perikard und das mediastinale Gewebe verdickt und trüb. Im Herzbeutel befand sich eine seröse, oft mit Fibrinflöckchen vermischte Flüssigkeit. Die Lungen waren hyperämisch, stellenweise blutig suffundiert. Auf der Pleura, dem Perikard, an der Wurzel der grossen Gefässe und auf dem serösen Überzuge des Darmes wurden relativ häufig Ecchymosen beobachtet. Die in einigen Fällen gefundenen Bakterien rechnen Gruber und Lode der Koli-Gruppe zu. Der eigentliche Erreger der Seuche konnte nicht aufgefunden werden. Der Ansteckungsstoff war ausser in den inneren Organen auch im Darminhalt, im Gehirn und in der Galle enthalten. Derselbe vermochte Berkefeldfilter zu passieren. Berkefeldfiltrat bei 37° zehn Tage lang aufbewahrt, hatte seine Ansteckungsfähigkeit nicht verloren, ebenso erwies sich Lebersaft nach halbstündiger Erhitzung auf 60° noch infektiös. Gegen Fäulnis zeigte sich das Virus wenig widerstandsfähig. Hühner gingen nach zwei bis sieben Tagen ein. Tauben erlagen nicht immer der Infektion. Meerschweinchen reagierten nur mit leichter Schwellung der Impfstelle bei subkutaner Injektion. Bei Kaninchen und Mäusen waren die Ergebnisse schwankend. Lode und Gruber be-

[1]) Zentralblatt für Bakteriologie u. Parasitenkunde Bd. XXX. Nr. 16 S. 593 ff.

zeichneten die Erkrankung mit Rücksicht auf die fast stets beobachtete blaurote Verfärbung des Kammes als „Kyanolophiea gallinarum."

Diese Untersuchungen wurden von Lode[1]) später durch weitere Versuche ergänzt, wobei er feststellen konnte, dass durch drei von ihm verwendete Chamberland- und ein Hauserfilter das Virus zurückgehalten wurde. Das Pukallfilter gab schwankende Resultate. Ausserdem fand er, dass im nicht sezierten Hühnerkörper der Infektionsstoff sich 33 Tage lang ansteckungsfähig erhielt, wenn der Kadaver in einem Raume von unter 0° aufbewahrt wurde. Der Austrocknung widerstand das Virus, in nicht zu dünner Schicht auf Filtrierpapier angetrocknet, vier Wochen lang. Die Versuche zur Prüfung der Widerstandsfähigkeit gegen Desinfektionsmittel ergaben, dass die Aufhebung der Virulenz erfolgte nach Einwirkung von 1‰ Sublimatlösung nach 30 Minuten („vermutlich übrigens noch früher"), 1% Schwefelsäure, 2% Kalilauge, 3‰ Chlorkalk und 50% Alkohol nach 10 Minuten. Halbstündige Erhitzung auf 60° genügte nicht zur Abtötung des Virus, wohl aber die gleich lange Erhitzung auf 80°.

Centanni[2]) berichtet, dass seit ungefähr zehn Jahren in Italien eine von der Geflügelcholera verschiedene Seuche beschrieben werde, die am meisten den oberen Teil der Halbinsel heimsuche. Eine Epizootie, welche zu Anfang des Jahres 1901 sich in der Gegend von Ferrara entwickelte und rasch weiter verbreitete, veranlasste ihn zu eingehenden Untersuchungen. Centanni hält die von ihm untersuchte Seuche für identisch mit der von Lode und Gruber beschriebenen, doch hält er die Bezeichnung „Vogelpest" für geeigneter. Das klinische Bild und der pathologisch-anatomisch Befund haben ausserordentlich viel Ähnlichkeit mit den von Lode und Gruber gemachten Beobachtungen. Der bakteriologische Befund war stets negativ. Durch Herzblut oder Organsaft gelang die Übertragung der Krankheit ohne Schwierigkeit. Das Virus ging durch Berkefeld- und Chamberlandfilter Marke *F*. Centanni stellte fest, dass in infizierten Eiern sich der Embryo zwar entwickelt, aber nicht zur Reife gelangt. Der Kot erkrankter Tiere erwies sich besonders in den subakuten Fällen infektiös. Nach mehrtägiger Aufbewahrung des Kotes wurde der Ansteckungsstoff unwirksam. Die Ansteckung durch die Luft schliesst Centanni auf Grund seiner diesbezüglichen Versuche aus, ebenso hält er eine Übertragung durch Läuse für unwahrscheinlich. Ausser auf Hühner konnte Centanni die Seuche auch auf Truthühner, Perlhühner, Gänse, Enten, Sperlinge und einen Distelfink übertragen. Zwei Meerschweinchen, eine Ratte, ein Hund und ein Fuchs erwiesen sich als unempfänglich. Bei Kaninchen war der Impferfolg unsicher. Erwachsene Tauben zeigten nach Impfung mit infiziertem Hühnerblut keinerlei Symptome von Erkrankung, dagegen erkrankten vier junge Tauben unter den Erscheinungen des Labyrinthschwindels, eine derselben ging am 6. Tage, eine zweite am 15. Tage zugrunde. Die Prüfung der Widerstandsfähigkeit des Virus hatte folgendes Ergebnis: Das Virus wurde unwirksam

[1]) Notizen zur Biologie des Erregers der Kyanolophie der Hühner. Zentralblatt für Bakteriologie usw. Band XXXI. Nr. 10 S. 447.

[2]) Die Vogelpest. Zentralblatt für Bakteriologie usw. Band XXXI. Nr. 4 S. 145 u. Nr. 5 S. 182.

durch einstündiges Erhitzen auf 64 und 74°; eine halbstündige Erhitzung auf 55° verursachte keine merkliche Abschwächung. Während 20 Tagen an der Luft getrocknetes Blut war unwirksam. Fäulnis zerstörte das Virus in drei Tagen. In zugeschmolzenen und vor Licht geschützt aufbewahrten Röhrchen hielt sich Blut drei Monate lang ansteckungsfähig. Ein Stück Herz und Lunge 30 Tage lang in neutralem Glyzerin aufbewahrt erwies sich nach dieser Zeit noch sehr virulent. Die halb- und einstündige Einwirkung von 1‰ Sublimat-, 5% Karbol- und gesättigter Salicylsäurelösung machte den Ansteckungsstoff unschädlich.

Maggiora und Valenti[1]) studierten eine Seuche, welche im Frühjahr 1901 in der Umgebung von Modena ausgebrochen war. Sie berichten von einer seltenen, diphtheroiden Form der Erkrankung, wobei ein schleimig-fibrinöser Belag auf der Schleimhaut der Schnabel-, Nasen- und Rachenhöhle, zuweilen auch der Lidbindehaut, beobachtet wurde. Zur tödlichen Infektion eines Huhnes genügten 4 ccm einer Blutverdünnung von 1 : 125000000. Eingetrocknetes, im Dunkeln aufbewahrtes Blut war nach 22 Tagen noch ansteckungstüchtig, dem Tageslicht ausgesetzt war es nach 40 Stunden steril, bei diffusem Licht aufbewahrt war es nach 15 Tagen noch wirksam. Eine Emulsion von Blut in physiologischer Kochsalzlösung war nach 42 Tagen noch virulent. 5 Minuten langes Erhitzen auf 65° machte das Virus unschädlich, eine gleich lange Erhitzung auf 60° war hierzu nicht ausreichend. Der Ansteckungsstoff wurde durch Einwirkung von 40% Kalkmilch, 1‰ Sublimat + 5% HCl, sowie durch 5% Laplacesche Mischung sofort zerstört. Nach Maggiora und Valenti erwiesen sich Sperlinge, Staare, Distelfinken, Eulen und Falken sowohl für kutane Impfung als auch für Fütterung empfänglich, sechs Kaninchen, fünf Meerschweinchen, zwei Mäuse und mehrere Tauben waren refraktär. Filterversuche ergaben, dass Chamberlandfilter Marke *F* das Virus passieren liessen, Marke *K* jedoch nicht.

Nach den in neuester Zeit an einem umfangreichen Material angestellten Untersuchungen von Ostertag und Wolffhügel[2]) ist die neue Seuche durch einen mit unseren heutigen Hilfsmitteln nicht nachweisbaren, im Blut sowohl wie im Kot und Nasenschleim enthaltenen Ansteckungsstoff bedingt. Die Seuche kann in kurzer Zeit ganze Hühnerbestände vernichten. Die Verbreitung der Krankheit erfolgt durch die Abgänge (Kot, Nasenschleim) kranker, ferner durch das Blut und die Eingeweide notgeschlachteter Tiere. Der Ansteckungsstoff ist durch Erhitzung auf 70° zerstörbar. Die Seuche äussert sich durch Nachlassen der Munterkeit, Sträuben des Gefieders, Schlafsucht und Lähmungserscheinungen. Der Tod tritt gewöhnlich in zwei bis vier Tagen, selten später, ein. Bei der Sektion findet man Schleim in den Nasenhöhlen und in der Rachenhöhle, Trübung der Leber, Blutungen in den Schleimhäuten der Verdauungs- und Luftwege, des Eileiters, im Perikard und Peritoneum. Ausserdem können oberflächliche Rötung der Dünndarmschleimhaut, Trübung des Herzbeutels, Flüssigkeitsansammlung im Herzbeutel und in der Bauchhöhle, Ödem der Haut des

[1]) Su una epizoozia di tifo essudativo dei gallinacei. (Acad. med. di Modena 20. giugno 1901, publicirt October 1901.) Citirt nach Centanni.

[2]) Ostertag und Wolffhügel, Untersuchungen über die „Hühnerpest", die neue Geflügelseuche. Monatshefte für prakt. Tierheilkunde Band XIV. Heft 2.

Kopfes, Halses und der Brust und ausnahmsweise auch eine Entzündung der Lungen sowie des Peritoneums bestehen.

Eine Probe der in vier Fällen in der Bauchhöhle gefundenen dottergelben Flüssigkeit wurde von Dr. Abderhalter in Basel chemisch analysiert und als Eidotter erkannt. Die neue Seuche, für welche Ostertag die Bezeichnung „Hühnerpest" vorschlägt, hat nach ihm mit der Geflügelcholera das seuchenhafte Auftreten, den raschen tödlichen Verlauf, das Auftreten von Fieber, Schwäche und Schlafsucht gemein. Der Hauptunterschied besteht darin, dass von der Hühnerpest ausschliesslich oder vorwiegend nur Hühner befallen werden, während die Geflügelcholera Geflügel aller Art befällt. Übertragungsversuche des Virus auf Tauben, Mäuse, Meerschweinchen und Kaninchen führten in keinem Falle zu einer tödlichen Infektion.

Ferner veröffentlichte Künnemann-Breslau[1]) das Ergebnis seiner Versuche, die er über die neue Seuche angestellt hatte. Er kommt zu dem Schlusse, dass das von ihm bei spontan erkrankten Tieren fast immer in der Bauchhöhle gefundene Exsudat ein charakteristisches Merkmal für die Unterscheidung zwischen Geflügelcholera und Hühnerpest bilde. Statt der Bezeichnung „Hühnerpest" hält Künnemann den Namen „Vogelpest" für besser gewählt.

Enten, Tauben, Kaninchen, Meerschweinchen und Mäuse erwiesen sich als unempfänglich. Ausser in den Exkrementen konnte der Infektionsstoff auch im Schleim des Schnabels und der Nase durch Verimpfung nachgewiesen werden. Die Prüfung der Widerstandsfähigkeit des Virus ergab, dass Blut an Wollfäden unter Einwirkung von Licht und Luft angetrocknet nach vier Tagen nicht mehr anzustecken vermochte. In geschlossenen Kadavern erwies sich das Herzblut noch nach 23 bezw. 28 Tagen virulent, selbst wenn die Fäulnis bereits ziemlich weit vorgeschritten war. Sechs Wochen lang im Eisschrank aufbewahrtes Blut war noch so virulent, dass ein mit 1 ccm geimpftes Huhn nach drei Tagen zugrunde ging. Durch Berkefeldfilter ging das Virus hindurch, ebenso durch ein Reichelfilter, das unter dreien sich als das poröseste gezeigt hatte; die beiden anderen Reichelfilter liessen den Ansteckungsstoff nicht passieren. Von Desinfektionsmitteln prüfte Künnemann die Einwirkung von 1‰ Sublimat- und 2% bezw. 4% Karbollösung. Es ergab sich, dass eine 10 Minuten lange Einwirkung von 1‰ Sublimatlösung die Ansteckungsfähigkeit des mit dem Desinfektionsmittel vermischten Blutwassers aufgehoben hatte. Dieselbe Wirkung erzielte die 15 Minuten lange Einwirkung von 4% Karbollösung. Bei Anwendung einer 2% Karbollösung war nach 20 Minuten nur eine Abschwächung der Infektionskraft eingetreten. Zur Desinfektion von Käfigen wurde 5% Kalkmilch als ein zweckmässiges Desinfektionsmittel befunden.

Die Desinfektionsversuche mit Sublimat- bezw. Karbollösung hätten zweifellos ein günstigeres Resultat ergeben, wenn nicht infolge eines Irrtumes in der Versuchsausführung eine schwächere Konzentration des Desinfektionsmittels als die beabsichtigte zur Einwirkung gelangt wäre, denn durch die Vermischung der Desinfektionsflüssigkeit

[1]) Beobachtungen über die Vogelpest. Deutsche tierärztl. Wochenschrift 1902. Nr. 43 und 44.

mit der gleichen Menge Blutwassers wurde das Desinfektionsmittel auf die Hälfte seiner ursprünglichen Konzentration verdünnt.

Für meine im bakteriologischen Laboratorium II des Kaiserlichen Gesundheitsamtes in Dahlem über diese neue Hühnerseuche angestellten Untersuchungen hatte Herr Kreistierarzt Dr. Jess in Charlottenburg ein nach künstlicher Infektion verendetes Huhn in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt, ausserdem waren durch freundliche Vermittelung des Herrn Ober-Regierungsrates Dr. Beisswänger in Stuttgart drei der neuen Seuche erlegene Hühner eingesandt worden. Aus dem hygienischen Institut der tierärztlichen Hochschule trafen kurz nach Beendigung der Versuche noch einige Hühnerblut enthaltende zugeschmolzene Kapillaren ein, doch mussten dieselben wegen mangelnder Zeit für spätere Versuche zurückgestellt werden.

Die am 24. Oktober 1902 vorgenommene Sektion des aus Charlottenburg stammenden Huhnes ergab nachstehenden Befund:

Mässig gut genährtes Tier. Kamm und Kehllappen livide verfärbt. Auf der rechten Brustseite dicht neben dem Brustbein unter der Haut in einer Ausdehnung von 4 cm Länge und 1 cm Breite ein sulziges, hämorrhagisches Infiltrat mit eigenartigem Olivenöl ähnlichem Safte. Der Brustmuskel etwa 3 mm tief weissgrau verfärbt; die verfärbte Partie hebt sich scharf von dem übrigen grauroten Muskelgewebe ab. Schleimhaut der Nasen- und Rachenhöhle gerötet, mit ziemlich reichlichem glasigem Schleim bedeckt. Schlundschleimhaut stellenweise diffus gerötet. Hochgradige entzündliche Rötung der Kehlkopf- und Trachealschleimhaut. Zu beiden Seiten des Halses ein etwa 4 cm langer zusammenhängender Strang geschwellter, rötlichgrau verfärbter Lymphdrüsen. Herzbeutel milchig trüb, undurchsichtig, in demselben einige Tropfen klarer Flüssigkeit. Gefässe des Epikards stark injiziert, unter dem Epikard an der fettreichen Herzbasis einzelne feinste punktförmige Hämorrhagien. In den Vorhöfen locker geronnenes und teilweise flüssiges weinrotes Blut. Lungen rosarot, mässig ödematös, aus den durchschnittenen Gefässen entleert sich wenig dickflüssiges Blut. Leber fettig degeneriert, von rotgelber Farbe, sehr brüchig. Unter der Kapsel dunkelbraune Punkte und Streifen durchscheinend, die sich beim Einschneiden als erweiterte und mit dunklem geronnenem Blut gefüllte Gefässe erweisen. Milz fast kirschgross, Pulpa sehr blutreich, rotbraun, brüchig. Die Serosa des Dünndarmes leicht injiziert, Darminhalt breiig, von gelblicher Farbe. Dünndarmschleimhaut gerötet, unter ihr an verschiedenen Stellen feinste Blutpunkte. Die Dickdarmserosa nur mässig injiziert, Schleimhaut blass. Die Schleimhaut des Drüsenmagens entzündlich gerötet, die Drüsenwärzchen als dunkel gefärbte Knötchen die Schleimhautfläche überragend. Nach Entfernung der Kutikula zeigt die Schleimhaut des Muskelmagens stellenweise fleckige Rötung. Die Gefässe der Serosa des Eierstockes stark gefüllt. In der Bauchhöhle kein Exsudat. Parietales Peritoneum unverändert.

In Ausstrichen aus dem Herzblut und den einzelnen Organen liessen sich Bakterien nicht nachweisen. Impfversuche mit Blut auf die gebräuchlichen Nährböden blieben ergebnislos.

Die intramuskuläre Verimpfung von Herzblut, Milz- und Lebersaft sowie von Darminhalt und Nasensekret dieses Huhnes auf gesunde Hühner hatte den Tod der geimpften Tiere innerhalb zwei bis drei Tagen zur Folge. Das Krankheitsbild war im allgemeinen übereinstimmend. Am ersten Tage keine merkliche Störung im Allgemeinbefinden. Am zweiten Tage schwankte das Tier mit gesenktem Steisse taumelnd umher; die Augen wurden zumeist geschlossen gehalten. Mit dem Kopfe wurden fortwährend Nickbewegungen ausgeführt, wie wenn das Tier gegen die immer stärker werdende Schlafsucht ankämpfen wollte. Alsdann suchte es eine Ecke des Käfigs auf und blieb hier die meiste Zeit zusammengekauert sitzen, den Kopf unter

die Flügel versteckt oder auch auf den Futtertrog aufstützend. Futter wurde nicht mehr aufgenommen, dagegen schien das Bedürfnis nach Wasseraufnahme erheblich gesteigert.

Die Tiere machten häufig Schluckbewegungen, jedenfalls durch den Abfluss des Sekretes aus der Nasenhöhle in den Rachenraum verursacht. Die Atmung erfolgte mühsam bei geöffnetem Schnabel, da die oberen Luftwege durch Schleimansammlung verlegt waren. Ab und zu waren röchelnde Geräusche vernehmbar. Die Lidbindehaut war bei dem einen oder anderen der geimpften Tiere geschwollen, von fast blutroter Farbe, stark absondernd. Kot wurde nur in kleinen Mengen abgesetzt; derselbe war von gelbweisser Farbe und zähschleimig. Gegen Ende des Lebens suchten sich die Tiere ab und zu noch einmal zu erheben, fielen jedoch immer wieder nach vorne über oder auf die Seite und verendeten in dieser Lage.

Mit Milzsaft des Stammhuhnes wurden zwei Tauben, zwei Meerschweinchen, zwei Kaninchen und zwei Mäuse geimpft. Sämtliche Tiere blieben gesund mit Ausnahme des intraperitoneal-geimpften Meerschweinchens, das nach 24 Stunden an hochgradiger Peritonitis zugrunde ging. Aus dem Peritonealexsudat wurde ein kurzes ziemlich plumpes, im hängenden Tropfen lebhafte Zitterbewegungen ausführendes Bakterium gezüchtet, das in seinem Wachstum auf Agar von Geflügelcholera nicht zu unterscheiden war, seinem biologischen Verhalten nach aber unstreitig der Koli-Gruppe zuzurechnen ist. Eine Taube, mit 1 ccm des trüben, schleimigzähen Peritonealexsudates geimpft, reagierte zwar mit einer ziemlich starken Muskelentzündung, wie sie bei Geflügelcholera beobachtet wird, ohne jedoch — wie bereits dort erwähnt — nur für diese Krankheit charakteristisch zu sein, blieb aber bei völlig ungestörtem Wohlbefinden. Die Muskelentzündung nahm den bei der Geflügelcholera beschriebenen Verlauf.

Nach dem negativen Bakterienbefunde und dem ergebnislosen Impfversuche an Tauben unterlag es keinem Zweifel, dass es sich bei dem Charlottenburger Huhne um Hühnerpest handelte.

Die am 23. November 1902 aus Stuttgart eingesandten drei jungen Hühner italienischer Herkunft waren nach dem Untersuchungsergebnis gleichfalls der Hühnerpest erlegen. Der Sektionsbefund war bei allen drei Tieren ziemlich übereinstimmend. Um einen Vergleich mit den bei dem Charlottenburger Huhne gefundenen pathologisch-anatomischen Veränderungen ziehen zu können, sei der Befund eines Huhnes (Huhn I) eingehender wiedergegeben:

Ziemlich abgemagerter Hühnerkadaver. Kamm und Kehllappen blaurot. Lidbindehaut beiderseits geschwollen, von rotbrauner Farbe. Schleimhaut der Nasenhöhle gequollen, von dunkelroter Farbe, mit reichlichem weissgrauem Schleim bedeckt. Die Rachenschleimhaut intensiv gerötet, mit zahlreichen punktförmigen Hämorrhagien, den gleichen Befund zeigt die Schlundschleimhaut. Die Kehlkopfschleimhaut entzündlich gerötet, mit vereinzelten submukösen Blutaustritten und kleinsten oberflächlichen Substanzverlusten, welch' letztere als kleine gelbliche von einem roten Hof umsäumte Herdchen in die Erscheinung treten. Luftröhrenschleimhaut blass. Die Halslymphdrüsen rechts fast kürbiskerngross, von grauroter Farbe. Der Herzbeutel leicht getrübt, in demselben einige Tropfen seröser Flüssigkeit. Das viscerale Perikard stark injiziert. Das Blut in den Vorhöfen locker geronnen. Die Lungen zeigen ausser etwas vermehrtem Blutgehalt keine besonderen Veränderungen. Leber gelbrot, brüchig. Milzschwellung. Serosa des

Darmes injiziert, Dünndarmschleimhaut gerötet, Inhalt des Dünndarmes dickflüssig, von gelblicher Farbe mit feinsten streifigen Blutbeimengungen. Dickdarmschleimhaut nur leicht injiziert. Die Schleimhaut des Drüsenmagens hochgradig entzündet; auch am Übergange des Drüsenmagens in den Muskelmagen ist die Schleimhaut lebhaft gerötet, unter ihr mehrfache Blutaustritte. In der Muskelmagenschleimhaut zahlreiche entzündlich gerötete Stellen. Peritoneum ohne sichtbare Veränderung. Die bakteriologische Untersuchung der drei Kadaver ergab ein vollständig negatives Resultat. Impfversuche mit Organsaft hatten bei Tauben, Meerschweinchen, Kaninchen und Mäusen auch hier keinen Erfolg. Dagegen gelang es leicht, Hühner mit Organsaft und Darminhalt tödlich zu infizieren.

Nach Vorstehendem dürfte es sich in beiden Fällen — sowohl bei dem Charlottenburger Huhne als auch bei den Stuttgarter Hühnern — um ein und dieselbe Seuche, die Hühnerpest, gehandelt haben.

Zu den weiteren Untersuchungen über Hühnerpest lieferten Hühner aus den beiden erwähnten Sendungen das Material.

Das Virus war nur pathogen für Hühner. Gänse, Enten, Tauben, Kaninchen, Meerschweinchen und Mäuse erwiesen sich bei wiederholten Impfversuchen als unempfänglich. Der Ansteckungsstoff wurde durch Impfung auf weitere Hühner nachgewiesen im Herzblut und den Organen, im Darminhalt und dem Schleim der Nasen- und Rachenhöhle, in der Galle, im Gehirn und Rückenmark sowie im Knochenmark.

Der Sektionsbefund bei etwa 40 Hühnern zeigte in fast allen Fällen Abweichungen. Als häufigste Veränderungen konnten festgestellt werden: livide Verfärbung des Kammes und der Kehllappen, hochgradige mit reichlicher Absonderung verbundene Entzündung der Schleimhaut der Nasenhöhlen und der Lider, milchige Trübung des Perikards. In einigen Fällen fand sich ausserdem eine ziemlich intensive Entzündung der Schlund- und Kehlkopfschleimhaut, eine entzündliche Rötung der Schleimhaut des Drüsen- und Muskelmagens und des Dünndarmes. Letztere Veränderungen können nicht als charakteristisch bezeichnet werden, da auch bei an Geflügelcholera verendeten Hühnern eine Entzündung der Drüsenmagenschleimhaut wiederholt beobachtet werden konnte. Das von Künnemann als charakteristisches Merkmal für die Hühnerpest bezeichnete peritonitische Exsudat ist im ganzen nur zweimal festgestellt worden; doch handelte es sich in beiden Fällen nur um feinste, eben noch wahrnehmbare Auflagerungen auf dem visceralen Peritoneum. Allerdings muss erwähnt werden, dass die diesseitigen Versuche grösstenteils an durchschnittlich acht bis zehn Wochen alten, noch nicht legereifen Hühnern angestellt wurden. Nach Ostertag soll aber das Exsudat in der Bauchhöhle hauptsächlich nur bei legereifen Hühnern vorkommen.

Die Untersuchung des Gehirns ergab eine hochgradige Füllung der Gefässe der Hirnhäute, die Hirnsubstanz war von äusserst weicher Konsistenz und graurötlicher Farbe, auf der Schnittfläche im Gewebe zahlreiche, rasch zerfliessende Blutpunkte. Bei Herausnahme des Rückenmarkes fand sich im subduralen Raume eine geringe Menge leicht blutig gefärbter Flüssigkeit, die weiche Haut war stark injiziert, das Rückenmark von fast zerfliessender Konsistenz.

Das Virus dringt bei Infektion auf natürlichem Wege ausser durch die Schleimhaut der Verdauungswege auch durch die der oberen Luftwege und des Bindehautsackes ein. Diesbezügliche Versuche hatten nachstehendes Ergebnis:

Die Verimpfung einer Öse voll Milzsaft in den Bindehautsack eines Huhnes hatte den Tod des Versuchstieres nach vier Tagen zur Folge. Ein Huhn, dem ein Tropfen Milzsaft in den Kehlkopf geträufelt worden war, erlag der Infektion innerhalb drei Tagen. Bei der Sektion fand sich unter anderem auch eine pneumonische Infiltration der blutreichen ödematösen Lungen. Nach Einträufelung von drei Tropfen Herzblut in die Nasenöffnung ging ein Huhn nach vier Tagen zugrunde. Bei den Fütterungsversuchen wurde ein Huhn mit den Organen eines an Hühnerpest verendeten Huhnes gefüttert, ein zweites Huhn erhielt an zwei aufeinander folgenden Tagen Gerstenkörner mit infektiösem Darminhalte vermischt als Futter. Im ersten Falle trat der Tod nach drei Tagen, im zweiten nach sechs Tagen ein.

In zweifelhaften Fällen wurde die Diagnose durch Weiterimpfung sicher gestellt. Erwähnung verdient noch ein Versuch, in welchem die tödliche Infektion eines Huhnes durch intramuskuläre Impfung mit einer aus 25 Hühnerläusen in Kochsalzlösung hergestellten Aufschwemmung innerhalb 48 Stunden gelang. Die Läuse waren einem an Hühnerpest verendeten Huhne entnommen worden. Nach diesem Ergebnis dürfte eine Übertragung des Virus durch diese Parasiten als möglich zu betrachten sein.

Wie bereits erwähnt, erwiesen sich Gänse, Enten und Tauben für den Ansteckungsstoff unempfänglich. Die von Lüpke, Centanni u. a. beobachtete Empfänglichkeit der Sperlinge für das Virus der Hühnerpest konnte durch mehrfache Versuche bestätigt werden. So führte die Fütterung von zwei Sperlingen mit Brot, welches mit einigen Tropfen Lebersaft angefeuchtet war, den Tod der Versuchstiere bereits innerhalb 20 bezw. 24 Stunden herbei. Bei der Sektion zeigte sich der seröse Überzug des Darmes in ganzer Ausdehnung rotbraun verfärbt. Der Darminhalt war breiig und von Kaffeesatz ähnlicher Farbe und war dem bei an Geflügelcholera verendeten Sperlingen beobachteten sehr ähnlich. Im Magen fand sich braunrot gefärbter Inhalt. Die Schleimhaut des Drüsen- und Muskelmagens erschien entzündlich gerötet. Die Milz war geschwollen, die Leber fettig infiltriert. Das Herzblut war locker geronnen, die Lungen zeigten keine Veränderung. Weder im Blut noch in den Organen waren Bakterien nachzuweisen. Zur Sicherstellung der Diagnose wurde ein Huhn mit 2 ccm einer aus Sperlingsleber hergestellten Aufschwemmung intramuskulär geimpft; der Tod des Tieres erfolgte nach drei Tagen.

Die Empfänglichkeit der Sperlinge für Hühnerpest ermöglicht demnach auch bei dieser Seuche eine Übertragung von Gehöft zu Gehöft.

Zur Prüfung der Widerstandsfähigkeit des Virus wurden mehrfache Versuche angestellt. Die 24 Stunden lang andauernde Einwirkung von — 8 bis — 10° hatte keine wesentliche Schädigung des Virus zur Folge; nach 30 Minuten langer Erhitzung filtrierten Lebersaftes auf 60° war der Ansteckungsstoff vernichtet, während durch eine gleich lange dauernde Erhitzung auf 50° nur eine geringe Abschwächung erzielt wurde. In Rückenmark, welches über Chlorkalcium in drei Tagen vollständig eingetrocknet war und alsdann bei Zimmertemperatur aufbewahrt wurde, hatte sich der Infektionsstoff 21 Tage lang ansteckungsfähig erhalten. Um zu prüfen, wie lange sich das Virus in faulenden Substraten lebensfähig erhalten kann, wurde der Darminhalt eines Hühnerpesthuhnes im Eisschrank bei durchschnittlich 2 bis 3° aufbewahrt. Hierbei

zeigte es sich, dass der Ansteckungsstoff nach 15 Tagen ein Huhn noch innerhalb drei Tagen tödlich zu infizieren vermochte. Ein nach vier Wochen mit dem hochgradig in Fäulnis übergegangenen Darminhalt intramuskulär geimpftes Huhn ging zwar nach sieben Tagen zugrunde, doch konnte durch Verimpfung von Lebersaft dieses Huhnes auf ein weiteres Huhn festgestellt werden, dass es nicht der Hühnerpest erlegen war.

Von Desinfektionsmitteln wurde die Einwirkung von 1 ‰ Sublimat-, $2\frac{1}{2}$ % Kresolschwefelsäure- und 4 % Karbollösung geprüft. Die Prüfung wurde in folgender Weise vorgenommen: In Ermangelung der von Paul[1]) empfohlenen Granaten wurden möglichst glatte Glasperlen in fein zerriebenen Leberbrei eingetaucht und alsdann im Exsiccator über Chlorkalcium getrocknet. Besondere Sorgfalt wurde darauf verwendet, dass die anhaftende Schicht des Organsaftes eine möglichst gleichmässige war. Nach erfolgter Trocknung wurden die Glasperlen in einem flachgespannten Gazenetzchen der Einwirkung der Desinfektionsflüssigkeit ausgesetzt. War die erforderliche Zeit erreicht, so wurden jene Perlen, welche mit Sublimat in Berührung gewesen waren, in Schwefelammonium gebracht, während die mit Kresolschwefelsäure bez. Karbolsäure behandelten in einer 2—3 % Ammoniaklösung abgespült wurden. Nach etwa zehn Minuten erfolgte gründliches Abwaschen in Wasser. Alsdann wurde die den Glasperlen nur mehr locker anhaftende Organsaftschicht in physiol. Kochsalzlösung abgeschwemmt und auf Hühner verimpft. Zur Verimpfung gelangte jedesmal der Belag von zehn Glasperlen. Das Ergebnis war, dass die fünf Minuten lang dauernde Einwirkung der vorgenannten Desinfektionsmittel zur Vernichtung des Virus nicht ausreichend war, dagegen genügte die zehn Minuten lange Einwirkung hierzu vollkommen. Wahrscheinlich ist schon eine weniger lange dauernde Einwirkung hinreichend, doch wurden diesbezügliche Versuche mit Rücksicht auf das Tiermaterial nicht ausgeführt.

Die Prüfung der Durchgängigkeit des Ansteckungsstoffes durch verschiedene Bakterienfilter hatte nachstehendes Ergebnis:

1. Berkefeldfilter, sowohl neue als auch wiederholt gebrauchte, liessen das Virus passieren. Die mit dem Filtrat geimpften Tiere gingen durchschnittlich innerhalb zwei bis vier Tagen zu Grunde.

2. Chamberlandfilter Marke *B* und *F* erwiesen sich in je zwei Versuchen als durchlässig: die mit dem gewonnenen Filtrat geimpften Hühner erlagen nach drei Tagen der Infektion.

3. Ein Reichelfilter vermochte den Ansteckungsstoff gleichfalls nicht zurückzuhalten, doch ging das geimpfte Tier erst neun Tage nach der Impfung zugrunde, während das zur Kontrolle mit unfiltriertem Lebersaft geimpfte Huhn bereits am dritten Tage der Ansteckung erlag.

4. Das mittels eines Pukallfilters gewonnene Filtrat führte nach Verimpfung von 2 ccm den Tod des Huhnes nach drei Tagen herbei.

5. Ein aus Paris bezogenes Filter „Porcelaine d'Amiante“ liess ebenfalls das

---

[1]) **Paul, Th., Entwurf zur einheitlichen Wertbestimmung chemischer Desinfektionsmittel. 1901.**

Virus passieren. Das mit dem Filtrat geimpfte Huhn verendete drei Tage nach erfolgter Impfung.

Andere Ergebnisse wurden mit einem gewöhnlichen, von Paul Altmann-Berlin bezogenen Porzellanfilter erzielt. Dasselbe war nach Art der Berkefeld-Filter konstruiert. In drei Versuchen gingen zwei Tiere erst nach 12 bezw. 18 Tagen zugrunde, das dritte Huhn, gleichfalls mit 2 ccm des gewonnenen Filtrates geimpft, blieb andauernd gesund.

Immunisierungsversuche konnten leider in Hinsicht auf das zu Ende gehende Kommando nicht mehr in Angriff genommen werden.

Die Frage, ob ohne weiteres durch den pathologisch-anatomischen Befund die Diagnose Hühnerpest oder Geflügelcholera gestellt werden könne, ist unbedingt zu verneinen. Der Befund bei Hühnerpest hat so wenig Charakteristisches und ähnelt in so vielen Fällen der Geflügelcholera, dass durch die Sektion allein eine sichere Diagnose nicht gestellt werden kann. Das von Künnemann als charakteristisch für Hühnerpest bezeichnete Peritonealexsudat ist schwerlich differenzialdiagnostisch zu verwerten, da dasselbe nach Ostertag nur bei älteren, legereifen Hühnern vorkommen soll. Bei den diesseitigen Versuchen konnte es, wie erwähnt, nur zweimal beobachtet werden. Übrigens findet sich auch zuweilen bei Geflügelcholera eine sero-fibrinöse Peritonitis.

Ausserdem wurde auch die bei Hühnerpest häufig beobachtete Entzündung der Schleimhaut des Drüsenmagens wiederholt bei Hühnern und Tauben, welche an Geflügelcholera zugrunde gegangen waren, gefunden, sodass auch diese Veränderung nicht als charakteristisches Merkmal gelten kann. Leichter dürfte die Unterscheidung werden durch den mangelnden Bakterienbefund bei Hühnerpest, obwohl in chronisch verlaufenden Fällen von Geflügelcholera die mikroskopische Untersuchung des Blutes oder der Organe bei der äusserst geringen Anzahl der Bakterien oft ein negatives Ergebnis haben dürfte. Als sicherstes Unterscheidungsmoment ist unstreitig der Impfversuch an Tauben zu betrachten. Bei Hühnerpest verläuft eine subkutane oder intramuskuläre Impfung von Tauben mit Blut oder Organsaft resultatlos, es bildet sich nicht einmal eine reaktive Muskelentzündung; handelt es sich dagegen um chronische Geflügelcholera, so genügt die Anwesenheit einzelner Geflügelcholerabazillen, um das Versuchstier in kürzester Zeit zu töten.

Was die Massregeln zur Verhütung bezw. Bekämpfung der Hühnerpest betrifft, so dürften, wenn auch die Widerstandsfähigkeit des Virus eine grössere ist als die der Geflügelcholerabazillen, im allgemeinen die über Geflügelcholera erlassenen Bestimmungen wohl ausreichend erscheinen, jedoch mit der eventuellen Einschränkung, dass dieselben sich nur auf Hühner und dem Hühnergeschlechte angehörige Vogelarten erstreckten, während Tauben, Enten und Gänse bei Hühnerpest von den diesbezüglichen Bestimmungen ausgenommen werden könnten.

Allerdings darf nicht unberücksichtigt bleiben, dass vorgenannte unempfängliche Tiere gelegentlich doch als Zwischenträger in Frage kommen können.

Anmerkung während der Korrektur: Die Anzeigepflicht bei Hühnerpest und Geflügelcholera ist durch Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 16. bez. 17. Mai 1903 für den ganzen Umfang des Deutschen Reichs vom 1. Juni 1903 ab eingeführt (R.-A. N. 119). Vergl. Veröff. des Kais. Ges.-Amtes 1903 S. 495.

Tafelerklärung.

Figur 1: Schnitt durch den Brustmuskel einer mit Geflügelcholera intramuskulär infizierten Taube. Impfstelle nach 15 Stunden.

Aufnahme mit Zeiss-Planar 100 mm; Vergr. 7fach.

Sero-fibrinöse Entzündung des Unterhautzellgewebes und des interstitiellen Bindegewebes. Beginnende Entzündung des im Impfbereiche liegenden Muskels. Thrombosierung der im anscheinend noch unveränderten Gewebe liegenden grösseren und kleineren Gefässe. In dem weit verzweigten Fibrinnetze waren mittels Immersion massenhaft Geflügelcholerabazillen zu erkennen.

Figur 2: Schnitt durch den Brustmuskel einer mit avirulenter Geflügelcholera intramuskulär infizierten Taube. Impfstelle nach 4 Wochen.

Aufnahme mit Zeiss-Planar 100 mm; Vergr. 7fach.

Strukturloser flacher Körper unter der Haut, von einer derben Bindegewebs-Kapsel eingeschlossen: Rest des von der Tiefe nach der Oberfläche zu abgestossenen Entzündungsherdes im Brustmuskel.

Figur 3: Schnitt durch den Magen einer an Geflügelcholera nach Fütterung eingegangenen Taube. Färbung nach dem von Kossel und Overbeck für Pestschnitte angegebenen Verfahren.

Aufnahme mit Zeiss-Planar 35 mm; Vergr. 20fach.

Hochgradige Entzündung der dem Entzündungsherde im Muskel zunächst liegenden Schleimhaut. Ausgedehnte Einschmelzung des Muskelgewebes; zahlreiche zerstreut liegende Bakterienhaufen.

Zur Kenntnis der Blei-Zinnlegierungen.

Von

Dr. **Otto Sackur,**

Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte.

I. Mitteilung. Das chemische Gleichgewicht zwischen Blei und Zinn bei Gegenwart ihrer Salzlösungen.

Einleitung.

Trotz vielfacher und umfangreicher Experimentaluntersuchungen[1]) ist die Frage, wie die Angreifbarkeit von Blei-Zinnlegierungen von ihrer Zusammensetzung abhängt, noch keineswegs als gelöst zu bezeichnen. Diese Tatsache ist wohl zum Teil darauf zurückzuführen, dass keiner der früheren Bearbeiter dieses Gegenstandes die Fragen gelöst hat, ob bei dem Angriff der Legierung z. B. durch Säuren beide Metalle gleichzeitig in Lösung gehen, oder ob zunächst nur das eine gelöst und hierauf durch das andere ganz oder teilweise wieder ausgefällt wird. Den Anlass zu dieser Fragestellung gab folgender Versuch, der im Verlaufe einer früheren nicht veröffentlichten Untersuchung im Laboratorium des Kaiserl. Gesundheitsamtes angestellt wurde: Taucht man einen Bleistab in eine Zinnsalzlösung, z. B. in eine Lösung von Zinnchlorür, so wird Zinn ausgefällt, und es geht Blei in Lösung; beim Eintauchen eines Zinnstabes in eine Bleilösung, z. B. in eine Bleiacetatlösung, tritt die umgekehrte Erscheinung ein. Es scheint also, als ob sich Blei und Zinn gegenseitig bis zu einem gewissen Gleichgewichtszustand aus ihren Salzlösungen ausfällen können. Infolgedessen erwies es sich als notwendig, ehe die Untersuchung der Angreifbarkeit von Blei-Zinnlegierungen von neuem begonnen wurde, erst die Bestimmung des chemischen Gleichgewichtes zwischen Blei und Zinn bei Gegenwart ihrer Salzlösungen in Angriff zu nehmen, zumal da die Fortschritte der physikalischen Chemie und besonders der Elektrochemie in den letzten Jahren die Lösung dieser Aufgabe wesentlich erleichtern.

---

[1]) Eine Zusammenstellung der älteren diesbezüglichen Literatur siehe bei **Wolffhügel**: Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte, **2**. 112. (1887.)

Die Theorie der Ausfällung eines Metalles aus seinen Salzlösungen durch ein anderes ist von Nernst[1]) gegeben worden. Die Metallsalze sind wie alle Elektrolyte nach der Theorie von Arrhenius[2]) zum Teil in Jonen gespalten, und zwar in mit positiver Elektrizität beladene Metallionen, die Kationen, und in den negativ geladenen Säurerest, die Anionen. So ist z. B. Chlorkalium in wässriger Lösung nicht vollständig als Molekel· KCl enthalten, sondern dieselbe ist zum grossen Teil dissoziiert in das positiv geladene Kation K· und das negativ geladene Anion Cl′ nach dem Schema:

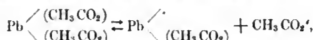


$$KCl \rightleftarrows K^{\cdot} + Cl'.$$

Die Pfeile an Stelle des Gleichheitszeichens drücken aus, dass die Dissoziation nicht vollständig ist. Entsprechend ist z. B. Natriumnitrat dissoziiert nach der Gleichung

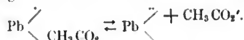
$$Na\,NO_3 \rightleftarrows Na^{\cdot} + NO_3'.$$

Bei Salzen, die aus einem mehrwertigen Metall oder Säurerest bestehen, ist der Dissoziationsvorgang etwas verwickelter. So ist z. B. das Bleiacetat wie ein aus zwei einwertigen Radikalen bestehendes Salz dissoziiert nach der Gleichung



$$Pb\begin{matrix} \diagup (CH_3CO_2) \\ \diagdown (CH_3CO_2) \end{matrix} \rightleftarrows Pb\begin{matrix} \diagup^{\cdot} \\ \diagdown (CH_3CO_2) \end{matrix} + CH_3CO_2',$$

also in ein einwertiges Kation und ein einwertiges Anion. Das einwertige Kation ist aber einer weiteren Dissoziation fähig in ein zweiwertiges Kation und ein einwertiges Anion, nach der Gleichung



$$Pb\begin{matrix} \diagup^{\cdot} \\ \diagdown CH_3CO_2 \end{matrix} \rightleftarrows Pb\begin{matrix} \diagup^{\cdot} \\ \diagdown^{\cdot} \end{matrix} + CH_3CO_2'.$$

Die elektrische Ladung der freien Ionen besitzt eine ganz bestimmte Grösse; sie beträgt für ein Äquivalentgewicht derselben in Grammen 96560 Coulombs. Jedes Metall besitzt eine gewisse Tendenz in den elektrisch geladenen Ionenzustand überzugehen, die von Nernst als elektrolytischer Lösungsdruck, von Abegg und Bodländer[3]) als Elektroaffinität d. h. Verwandtschaft zum Elektron bezeichnet wird. Andrerseits kommt den Ionen, ebenso wie allen in Lösung befindlichen Stoffen, ein Bestreben zu aus der Lösung herauszugehen. Dasselbe heisst ihr osmotischer Druck und ist nach van t'Hoff[4]) proportional der Konzentration des gelösten Stoffes. Taucht man einen Metallstab in die Lösung eines seiner Salze, so kann zwischen dem Metall und seinen Ionen daher nur dann Gleichgewicht herrschen, wenn sein elektrolytischer Lösungsdruck gleich ihrem osmotischen Drucke ist. Ist dies nicht der Fall, so müsste entweder Auflösung des Metalles oder Zersetzung des Elektrolyten unter Metallabscheidung stattfinden gemäss der Gleichung:



$$Me + n \oplus \rightleftarrows Me^{\cdot(n)}$$

wenn n die Wertigkeit des Metalls Me, $\oplus$ die freie positive Elektrizität und $Me^{\cdot(n)}$ das n wertige Metallion bedeutet. Es müsste Auflösung eintreten, d. h. die Reaktion

[1]) Zeitschr. f. physik. Chem. **22**, 539 (1897).

[2]) Zeitschr. f. physik. Chem. **1**, 631 (1887).

[3]) Zeitschr. f. anorgan. Chem. **20**. 453 (1899).

[4]) Zeitschr. f. physik. Chem. **1**, 481 (1887).

müsste von links nach rechts gehen, wenn der Lösungsdruck grösser ist als der osmotische, und es müsste Ausfällung eintreten, die Reaktion ginge von rechts nach links, im umgekehrten Falle Diese Reaktion kann jedoch beim Eintauchen des Metalles in die Lösung nur zu einem sehr kleinen Betrage vor sich gehen, da bei derselben freie positive Elektrizität auftritt oder verschwindet, wobei die entsprechende negative frei wird. Das Metall wird sich daher, wenn der Lösungsdruck kleiner ist als der osmotische, positiv elektrisch gegen die Lösung laden, im entgegengesetzten Falle aber negativ, und die Reaktion kann nur so weit gehen, bis die entstehende elektrische Potentialdifferenz gleich der chemischen Triebkraft wird und dieser dann das Gleichgewicht hält. Bezeichnet nun:

C_1 die elektrolytische Lösungstension des Metalles Me_1,
c_1 die Konzentration des Metallions in der Lösung,
n_1 seine Wertigkeit,
T die sog. absolute Temperatur (von -273° C. an),
R die Gaskonstante des Boyle-Gay-Lussac'schen Gesetzes,
ε die elektrische Ladung eines Grammäquivalentes,

so beträgt diese Potentialdifferenz zwischen einem Metalle und der Lösung seines Salzes nach Nernst:

$$\pi_1 = \frac{RT}{\varepsilon \, . \, n_1} \ln \text{nat} \frac{c_1}{C_1}.$$

Soll daher ein Grammäquivalent des Metalles in Lösung gebracht werden, so muss hierzu, da mit ihm die Elektrizitätsmenge $\varepsilon = 96\,560$ Coul. verbunden werden muss, die Arbeit

$$A_1 = \pi_1 \, . \, \varepsilon = \frac{RT}{n_1} \ln \text{nat} \frac{c_1}{C_1}$$

aufgewendet werden. Stehen daher die Metalle Me_1 und Me_2 in Berührung mit einer Lösung ihrer Salze, so wird, da bei der Ausfällung eines Grammäquivalentes des Metalles Me_2 die entsprechende Arbeitsgrösse

$$A_2 = \frac{RT}{n_2} \ln \text{nat} \frac{c_2}{C_2}$$

gewonnen wird, Me_1 in Lösung gehen und die äquivalente Menge Me_2 ausgefällt werden, wenn $A_2 > A_1$ ist, und umgekehrt Me_1 durch Me_2 ausgefällt werden, wenn $A_2 < A_1$ ist. Im ersten Falle nennen wir Me_2, im letzteren Me_1 das „edlere" Metall, also bei Gleichheit der Konzentrationen $c_1 = c_2$ das mit der kleineren Lösungstension C. Gleichgewicht kann zwischen den Metallen und ihren Salzlösungen nur dann herrschen, wenn bei einer möglichen Verschiebung des Systems keine Arbeit gewonnen wird, also wenn

$$A_1 = A_2 \text{ ist, d. h.}$$

$$\text{wenn } \sqrt[n_1]{\frac{c_1}{C_1}} = \sqrt[n_2]{\frac{c_2}{C_2}} \text{ oder}$$

$$\frac{c_1^{n_2}}{c_2^{n_1}} = \frac{C_1^{n_2}}{C_2^{n_1}} \text{ ist.}$$

C_1 und C_2, die Lösungstensionen, sind den Metallen eigentümliche Konstanten, also nicht von der Zusammensetzung der Lösungen abhängig; mithin muss beim Gleichgewicht der Bruch $\frac{c_1^{n_2}}{c_2^{n_1}} = K$ sein. Sind die Metalle gleichwertig, also $n_1 = n_2$, so ist im Gleichgewichtszustand das Verhältnis der Ionenkonzentrationen $\frac{c_1}{c_2}$ konstant, d. h. von der absoluten Grösse der Konzentrationen unabhängig. Da die Lösungstensionen der einzelnen Metalle meist sehr verschiedene Werte besitzen — die absoluten Grössen unterscheiden sich in der Regel um mehrere Zehnerpotenzen — so muss bei der Kombination der meisten Metalle die Konstante K einen sehr grossen, beziehungsweise sehr kleinen Wert besitzen, sodass eine der am Gleichgewicht beteiligten Konzentrationen ausserordentlich klein wird; daher werden die Metalle in der Regel entweder garnicht, oder praktisch vollständig durch einander ausgefällt. Bis jetzt sind nur zwei Fälle untersucht worden, bei denen die Ausfällung bei endlichen Konzentrationen Halt macht und die Gleichgewichtskonstante K daher auf chemischem Wege ermittelt werden konnte, nämlich erstens die Ausfällung des Quecksilbers aus Merkurosalzen durch metallisches Silber, (Ogg[1]) und zweitens die Reduktion des Jodsilbers durch Wasserstoff zu Jodwasserstoffsäure (Danneel[2]). Beide Reaktionen gehen nicht vollständig vor sich, sondern führen zu denselben Gleichgewichten, wie die umgekehrten Reaktionen, nämlich die Ausfällung des Silbers durch metallisches Quecksilber und die Auflösung von Silber in Jodwasserstoffsäure unter Entwickelung von Wasserstoff. Die Untersuchung ergab in beiden Fällen eine völlige Bestätigung der Nernst'schen Theorie.

Es lag nahe, ähnliche Verhältnisse auf Grund des oben beschriebenen Versuches auch bei der gegenseitigen Ausfällung des Bleis und Zinns anzunehmen, da ja diese Metalle in der Volta'schen Spannungsreihe unmittelbar benachbart sind, (sie stehen zwischen Zink und Eisen[3]), es zeigte sich jedoch, dass die Erscheinungen hier bedeutend verwickelter sind. Während nämlich Danneel auf Grund seiner Versuche den Satz aussprechen konnte, dass das Verhältnis des gelösten Silbers zum Wasserstoff beim Gleichgewicht unabhängig von der Natur des Säurerestes ist, da die verwendeten Silbersalze und die entsprechenden Säuren gleich stark in ihre Ionen gespalten sind und daher das Verhältnis ihrer Jonenkonzentrationen gleich dem der absoluten Konzentrationen ist, hängt die gegenseitige Ausfällbarkeit des Bleis und des Zinns in hohem Masse von der Natur des Anions ihrer Salzlösungen ab. Die Ursache dieser Abweichungen beruht in dem verschiedenen Dissoziationszustande der Blei- und Zinnsalzlösungen, da, wie später gezeigt wird, auch die Salze des Bleis und Zinns mit gleichen Anionen keineswegs zu dem gleichen Betrage in ihre Ionen gespalten sind.

---

[1]) Zeitschr. für physik. Chem. **22**, 536 (1897). **27**, 285 (1898).

[2]) Zeitschr. für physik. Chem. **33**, 415 (1900).

[3]) Vgl. Wüllner, Lehrbuch d. Experimentalphysik. 5. Aufl. III, 484. Nach neueren Potentialmessungen v. Wilsmore (Zeitschr. f. Elektrochem. 7. 254 [1900]) stehen sie zwischen Ni und H.

2. Angewandte Stoffe und analytische Methoden.

Sämtliche zur Verwendung kommenden Lösungen wurden durch Auflösung reinster von C. A. F. Kahlbaum-Berlin bezogener Materialien hergestellt. Zu den Fällungsversuchen wurden die Metalle Blei und Zinn, ebenfalls reinste Kahlbaumsche Präparate, mit einer feinen Feile pulverisiert.

Die Analyse des Bleipulvers nach der weiter unten beschriebenen Methode ergab:

0,3503 g Pb gaben 0,4038 g PbO_2 = 99,84 % Pb
0,7005 „ „ „ 0,8080 „ „ = 99,89 % Pb.

Die Analyse des Zinnpulvers ergab nach Abrauchen mit Salpetersäure im gewogenen Porzellantiegel, mehrmaligem Dekantieren und Wägen als SnO_2 folgende Werte:

0,1028 g Sn gaben 0,1302 g SnO_2 = 99,81 % Sn
0,5545 „ „ „ 0,7027 „ „ = 99,87 % Sn.

Die Analyse eines Zinnpulvers, das ca. zwei Monate an der Luft gelegen hatte, ergab nachstehende Zahlen:

0,4228 g Sn gaben 0,5354 g SnO_2 = 99,80 %
0,5739 „ „ „ 0,7265 „ „ = 99,76 %.

Da das im Handel erhältliche reine Blei und Zinn immer nur wenige Hundertstel oder gar nur Tausendstel Prozent an Verunreinigungen enthält[1]), und sich in den benutzten Pulvern keine fremden Metalle, vor allem auch keine Spur von Eisen aus der Feile mit Rhodankalium nachweisen liessen, so muss man den bei obigen Analysen zu 100 fehlenden Betrag von 0,1—0,2 Prozent vornehmlich auf Rechnung von Sauerstoff setzen und annehmen, dass die Pulver an ihrer Oberfläche zum Teil leicht oxydiert sind. Dem entsprechend enthielt das Pulver, das längere Zeit an der Luft gelegen hatte, mehr Sauerstoff als das frisch hergestellte. Die Gleichgewichtsbestimmungen wurden nur in sauren Lösungen vorgenommen, in denen die Oxydschicht sich auflösen musste; daher konnten die Resultate hierdurch nicht beeinflusst werden, da ja die Konzentrationen im Gleichgewichtszustand unabhängig davon sind, ob sie durch direkte Auflösung des Metalles oder des Oxyds entstanden sind.

Die analytische Bestimmung des Bleis erfolgte immer durch elektrolytische Abscheidung als Superoxyd an der Anode[2]). Diese ausserordentlich bequeme und genaue Methode ist jedoch nur in salpetersauren Lösungen anwendbar, und zwar nur bei Abwesenheit von Zinn. Um das Blei daher in die Form solcher Lösungen zu bringen, wurden die Blei und Zinn enthaltenden Lösungen beliebiger Säuren mit gelbem Schwefelammonium versetzt, nach dem Absitzen des Niederschlages in der Wärme mehrmals dekantiert und dieser quantitativ mit Schwefelammonium ausgewaschen. Dann wurde das Bleisulfid mit dem Filter in das zur Fällung benutzte Becherglas zurückgebracht, in warmer ca. 15 %iger Salpetersäure aufgelöst und nach nochmaligem Filtrieren und sorgfältigem Auswaschen elektrolysiert.

---

[1]) Vgl. z. B. Fresenius Ztschr. f. analyt. Chemie 8, 148 (1869), und Dammer, Hdb. der anorg. Chemie II, 1. 635.

[2]) Neumann, Analyt. Elektrolyse der Metalle. Halle 1896, 131.

Dass die Auflösung des Bleisulfids in Salpetersäure und die Elektrolyse dieser Lösung vollkommen zuverlässige Resultate gibt, zeigt folgende Kontrollbestimmung:

In 10 ccm einer Bleiacetatlösung von bekanntem Gehalt wurde das Blei mit Schwefelwasserstoff als Sulfid gefällt, wie oben gelöst und elektrolysiert. Die 10 ccm enthielten:

berechnet 0,3712 g $Pb\,O_2$
gefunden 0,3715 „ „ .

Die gewichtsanalytische Bestimmung des Zinns erfolgte in dem Filtrat von Bleisulfid durch Fällung mit verdünnter Schwefelsäure. Die Lösungen wurden solange auf dem Wasserbade erwärmt, bis sie nicht mehr nach Schwefelwasserstoff rochen und sich der Niederschlag gut abgesetzt hatte. Dann wurde das Zinnsulfid abfiltriert, mit Ammoniumacetat ausgewaschen und als $Sn\,O_2$ gewogen. Die elektrolytische Abscheidung aus Ammoniumsulfidlösungen nach den Vorschriften von Neumann[1]) ergab keine genauen, sondern gewöhnlich zu hohe Resultate.

Vergleichsbestimmungen mit der Methode der Säurefällung ergaben zB. in verschiedenen Lösungen:

elektrolytisch abgeschieden	als $Sn\,S_2$ gefällt und $Sn\,O_2$ gewogen
82,9 mg Sn	79,3 mg Sn
34,3 „ „	32,5 „ „
29,4 „ „	27,8 „ „

Wie auch Ost und Klapprot[2]) gefunden haben, enthielt der elektrolytische Zinnniederschlag immer etwas Schwefel.

Die titrimetrische Bestimmung von reinen Zinnoxydulsalzen in sauren Lösungen kann entweder durch Oxydation mit Ferrisalzen und Rücktitration des gebildeten Ferrosalzes mittels Kaliumpermanganat[3]), oder durch Versetzen mit überschüssiger Jodlösung und Rücktitration derselben mit Thiosulfat vorgenommen werden[4]).

Beide Methoden geben, wenn man einen reichlichen Überschuss des Oxydationsmittels anwendet, völlig übereinstimmende Resultate. So verbrauchten:

10 ccm $Sn\,Cl_2$-Lösung I 14,12 ccm $K\,Mn\,O_4$ (0,1526 äquivalentnormal)
10 „ „ 22,19 „ Jod (0,09730 „).

Der Gehalt der $Sn\,Cl_2$-Lösung I an Stannosalz betrug also in Grammäquivalenten im Liter:

berechnet aus dem Permanganattiter . . **0,215** n
„ „ „ Jodtiter . . . . . . **0,215** n.

Ferner 10 ccm $Sn\,Cl_2$-Lösung II = 10,00 ccm $K\,Mn\,O_4$ (0,1526 n)
10 „ „ = 15,28 „ Jod (0,0995 n).

Mithin betrug der Titer der Stannolösung:

berechnet aus dem Permanganattiter . **0,1526** n
„ „ „ Jodtiter . . . . **0,1521** n.

[1]) l. c. S. 148.
[2]) Ztschr. f. angew. Chem. **14**, 817 (1901).
[3]) Mohr-Classen, Titrieranalyse, 7. Aufl. 1896, S. 262.
[4]) Benas, Dissertation. Berlin. 1884.

Der Titer der Permanganatlösung war mit Mohrschem Salz, der der Jodlösung mit Natriumthiosulfat und Kaliumbichromat eingestellt worden.

Enthielt die Stannolösung beträchtliche Mengen von essigsaurem Blei, so ergibt die Titration mit Permanganat zu kleine Werte.

Es verbrauchten	10 ccm	$SnCl_2$-Lösung I	+ 10 ccm 0,8 n	$Pb(C_2H_3O_2)_2$	= 13,1 ccm	$KMnO_4$
„	10 „	„	I + 10 „ 0,8 n	„	= 13,0 „	„
„	10 „	„	II + 10 „ 0,8 n	„	= 9,80 „	„
„	10 „	„	II + 10 „ 0,8 n	„	= 9,79 „	„ .

Die Ursache des zu geringen Permanganatverbrauches ist möglicherweise eine freiwillige Oxydation des Ferrosalzes an der Luft in Gegenwart des Bleisalzes, indem das letztere als Sauerstoffüberträger wirkt. Die Lösung muss nämlich zur völligen Oxydation der Stannoverbindung nach dem Zusatz des Ferrisalzes einige Zeit gekocht werden. Setzt man an Stelle des Bleiacetats Ammoniumacetat zu der Zinnchlorürlösung, so wird der Permanganatverbrauch nicht verändert. Es verbrauchten:

10 ccm $SnCl_2$-Lösung II + 10 ccm $NH_4C_2H_3O_2$ 3 norm. = 10,05 ccm $KMnO_4$
„ „ „ „ „ = 10,00 „ „

Es ist also nicht die Essigsäure, sondern das Blei, welches den Fehler in der Permanganattitration bedingt.

Die Titration der Stannolösungen mit Jod wird durch die Gegenwart von Bleisalzen nicht beeinflusst. Es ist hierbei nur zu beachten, dass infolge des ausfallenden Bleijodids bei Anwendung von Stärke als Indikator der Farbenumschlag nicht von Blau in Farblos, sondern von Schmutziggrün in Gelb eintritt. Doch ist er bei einiger Übung scharf zu erkennen.

Es verbrauchten:

10 ccm $SnCl_2$-Lösung I + 10 ccm $Pb(C_2H_3O_2)_2$ (0,8 norm.) = 22,23 ccm Jodl.
„ „ ohne „ = 22,19 „ „

Um die Erkennung des Farbenumschlages zu erleichtern, könnte man das ausgefallene Bleijodid durch reichlichen Zusatz z. B. eines essigsauren Salzes auflösen. Es ist jedoch nicht statthaft, hierzu Ammoniumacetat zu verwenden, weil man dann immer zuviel Jod verbraucht. Die Ursache dieses Fehlers ist, dass eine Ammoniumacetatlösung, auch bei Abwesenheit von Stannoverbindungen Jodlösung reduziert, allerdings nur, wenn diese im Überschuss vorhanden ist. Es wird nämlich zur Entfärbung von Jodlösung bei Gegenwart von Ammoniumacetat weniger Thiosulfat gebraucht als bei Abwesenheit desselben.

10 ccm $^1/_{10}$-Jodlösung		verbrauchten	10,32 ccm	$Na_2S_2O_3$
„ „	+ 10 ccm ca. 3 n. $NH_4C_2H_3O_2$	„	9,22 „	„
„ „	„ „	„	9,34 „	„
„ „	„ „	„	9,40 „	„
		im Mittel	9,32 „	„
		anstatt	10,32 „	„

Es verbrauchten:

15 ccm Jod + 10 ccm ca. 3 n. $NH_4C_2H_3O_2$	13,95	anstatt	15,48 ccm $Na_2S_2O_3$
20 „ „ „ „	18,48	„	20,64 „ „
6 „ „ „ „	5,44	„	6,19 „ „

Die 10 ccm Ammoniumacetat hatten also reduziert bei Gegenwart von

6 ccm Jod	= 0,75 ccm Jod
10 „ „	= 1,00 „ „
15 „ „	= 1,53 „ „
20 „ „	= 2,16 „ „

Es stellt sich also offenbar zwischen Ammoniumacetat, Jod und ihren Reaktionsprodukten ein Gleichgewichtszustand ein, der nach dem Massenwirkungsgesetz durch Vermehrung der Jodkonzentration derart verschoben wird, dass die reduzierte Jodmenge wächst. Ist der Jodüberschuss sehr gering, so tritt gar keine merkliche Reduktion ein. Daher wird Ammoniumacetatlösung bei Gegenwart von Stärke schon durch einen Tropfen einer $^1/_{10}$-norm.-Jodlösung gebläut.

Die durch Ammoniumacetat reduzierte Jodmenge nimmt ab, wenn die Lösung angesäuert wird.

Es verbrauchten:

10 ccm Jod + 10 ccm $NH_4C_2H_3O_2$		= 9,32	anstatt 10,32 ccm $Na_2S_2O_3$
„ „ „	+ 1 ccm 1-n.-HCl	= 9,90	„ „ „
„ „ „	+ 2 „ „	= 10,12	„ „ „
„ „ „	+ 5 „ „	= 10,32	„ „ „

Die Fähigkeit des Ammoniumacetats, Jodlösung zu reduzieren, wird daher wahrscheinlich durch das hydrolytisch abgespaltene Ammoniak verursacht. Dann dürfte dem Natriumacetat diese Fähigkeit nicht zukommen. Dem entsprechend wurde gefunden:

10 ccm Jod + 10 ccm ca. 2,5 n.-$NaC_2H_3O_2$	verbrauchten	10,30 ccm $Na_2S_2O_3$
15 „ „ „	„	15,48 „ „

Zur Auflösung des Bleijodids bei der Zinntitration darf daher nur Natrium- resp. Kaliumacetat und nicht Ammoniumacetat verwendet werden.

Doch ist dieser Zusatz unnötig, da der Farbenumschlag, wie angegeben, auch ohne ihn deutlich zu erkennen ist.

Versuchsanordnung zur Herstellung des Gleichgewichts.

Zur Herstellung des Gleichgewichtes zwischen Blei, Zinn und ihren Salzlösungen wurden die Lösungen mit den betreffenden Metallpulvern in Glasflaschen geschüttelt, die mit eingeschliffenen Stopfen und Gummikappen verschlossen waren. Zur besseren Dichtung wurden die Glasstopfen mit einer Mischung von geschmolzenem Paraffin und Kautschuk eingeschmiert. Die Flaschen rotierten an einer durch einen Heissluftmotor getriebenen Welle im Thermostaten bei 18 und 25°.

3. Das Gleichgewicht zwischen Zinn und Blei in essigsaurer Lösung.

Eine Lösung von reinem Bleiacetat in destilliertem Wasser setzte einen geringen Bodensatz ab und färbte Lakmus schwach blau; die geringe alkalische Reaktion zeigt, dass die Lösung freie Hydroxylionen enthält, mithin z. T. hydrolytisch gespalten ist. Schüttelt man diese Lösung mit metallischem Zinn bei 18 oder 25°, so geht auch nach mehreren Tagen keine Spur von Zinn in Lösung. Nach sechs Tagen ergab dieselbe mit Ammoniummolybdat nicht die geringste Blaufärbung. Dem entsprechend ist auch kein Blei ausgefällt worden. Erst nach längerer Zeit zeigte die Lösung eine deutliche Sn-Reaktion. Gleichzeitig hatte sie sich getrübt.

Säuert man jedoch die Bleiacetatlösung mit Essigsäure an, so geht Zinn in Lösung, und es wird Blei sichtlich ausgefällt. Durch Verdünnen bekannter Volumina konzentrierter Bleiacetat- und Essigsäurelösungen wurden Lösungen hergestellt, die an ersterem ca. 0,2, an letzterer 0,25—1 normal waren. Dieselben wurden mit beliebigen Mengen Zinnpulver versetzt, einige Zeit im Thermostaten in 100 ccm Flaschen bei 18° geschüttelt und dann gewichtsanalytisch untersucht. Die Ergebnisse sind in der Tabelle I enthalten. Die Konzentrationen sind in Grammäquivalenten im Liter angegeben.

Tabelle I.

Ausfällung des Bleis durch Zinn in essigsaurer Lösung bei 18°.

Dauer des Schüttelns	Konz. der Essigsäure	Konzentration des Pb		mg Sn in 10 ccm nach d. Schütteln	Konz d. Sn in Äquiv. Stannosalz	Summe Pb + Sn in Äquivalenten n. d. Schütteln
		v. d. Schütteln	n. d. Schütteln			
1 Tag	0,25	0,207	0,179	16,1	0,027	0,206
3 Tage	0,22	0,197	0,191	3,8	0,006	0,197
2 Stunden	0,50	0,207	0,186	13,0	0,022	0,208
2 Tage	0,51	0,197	0,157	25,0	0,042	0,199
4 „	0,51	0,252	0,105	85,7	0,144	0,249
2 „	0,55	0,197	0,105	55,9	0,094	0,199
2 Stunden	0,75	0,207	0,154	31,1	0,052	0,206
2 Tage	0,76	0,197	0,063	79,1	0,133	0,196
3 „	0,76	0,197	0,113	49,4	0,083	0,196
5 „	0,76	0,252	0,002	149,3	0,251	0,253
1 Stunde	1,0	0,207	0,171	22,0	0,037	0,208

Die Übereinstimmung der Zahlen in Spalte 7 und 3 zeigt, dass das in Lösung gegangene Zinn der Konzentrationsabnahme, d. h. dem ausgefällten Blei äquivalent ist, wenn man es als zweiwertig in Rechnung setzt. Es ist also das Zinn ausschliesslich als Stannosalz in Lösung gegangen. Dasselbe Resultat ergibt ein Vergleich zwischen einer jodometrischen und einer gewichtsanalytischen Zinnbestimmung. Die Lösung enthielt vor dem Schütteln:

Bleiacetat 0,207 g Äquiv. Essigsäure 0,5 Mol,

nach 18stündigem Schütteln bei 18° in 10 ccm:

jodometrisch bestimmt 99,3 mg Sn
gewichtsanalytisch „ 99,8 mg Sn.

Ferner zeigt Tabelle I, dass die Ausfällung des Bleis in ungefähr gleichen Zeiten um so weiter gegangen ist, je saurer die Lösungen waren. Da aber die gefundenen Konzentrationen auch bei gleichem Säuregehalt differierten, so war offenbar noch kein Gleichgewichtszustand erreicht, sondern der Unterschied der Konzentrationen ist durch eine verschiedene Geschwindigkeit der Ausfällung zu erklären. Es ergibt sich daher, dass die Ausfällung des Bleis durch Zinn um so rascher vor sich geht, je saurer die Lösungen sind.

Zu einer direkten Vergleichung der Ausfällungsgeschwindigkeiten sind die in Tabelle I enthaltenen Versuche nicht geeignet, weil in ihnen die Menge und folglich auch die Oberfläche des mit der Lösung in Berührung stehenden Metalls wechselnd und unbekannt war. Es wurden daher in den in Tabelle II verzeichneten Versuchen die Lösungen mit gleichen, abgewogenen Metallmengen, und zwar je 5 g Zinn, beschickt, die Flaschen nach den angegebenen Zeiten geöffnet, der Zinngehalt titrimetrisch bestimmt und weiter geschüttelt. Da bei diesen Versuchen die Flamme des Heissluftmotors gleich hochgehalten wurde und die Achsen des Schüttelapparatas ziemlich gleichmässig belastet waren, so war auch die Rotationsgeschwindigkeit der Flaschen ungefähr konstant. Die Übereinstimmung der bei gleichem Säuregehalt erhaltenen Werte zeigt, dass in diesen Lösungen tatsächlich die Ausfällungsgeschwindigkeiten vergleichbar sind.

Tabelle II.
Geschwindigkeit der Ausfällung des Bleis durch Zinn in essigsaurer Lösung bei 18°.

Konz. der Essigsäure	Konz. d. Bleis v. d. Schütten	Konzentration der Stannolösung nach			
		1 Stunde	2 Stunden	4 Stunden	24 Stunden
1,0	0,207	0,0963	0,199	0,207	
0,75	0,207	0,0233	0,0523	0,0822	0,193
0,5	0,207	0,0122	0,0219	0,0307	0,128
0,5	0,207	0,0121	0,0211	0,0254	0,165
		18 Stunden	42 Stunden	90 Stunden	
0,25	0,207	0,0301	0,0392	0,0476	
0,25	0,207	0,0296	0,0354	0,0545	

Die Ausfällungsgeschwindigkeit nimmt also mit wachsender Konzentration der freien Essigsäure beträchtlich zu.

In allen in den Tabellen I und II mitgeteilten Versuchen mit Ausnahme der letzten zwei Horizontalreihen in Tabelle II, waren die Lösungen klar geblieben. Nach einigen Tagen trübten sie sich jedoch unter allen Umständen, und zwar um so eher, je geringer die Konzentration der freien Säure war, unter Bildung eines weissen oder braunen Niederschlages. Der letztere entstand vornehmlich in den Lösungen, die 0,5 Mol Essigsäure im Liter enthielten, doch ging seiner Bildung immer eine milchige Trübung vorauf. Der braune Niederschlag setzte sich rasch ab, und die Lösung filtrierte leicht und klar; der weisse Niederschlag setzte sich nur langsam und manchmal überhaupt nicht ab. Dann konnte die Lösung nur durch starkes Zentrifugieren von ihm getrennt werden. Beide Niederschläge enthielten kein Blei und keine Essig-

säure. Sie lösten sich leicht in verdünnter Salzsäure zu Stannosalzlösungen. Demnach bestand der braune Niederschlag aus wasserfreiem Zinnoxydul, der weisse aus Zinnhydroxydul. Dass der letztere frei von einer Stanniverbindung war, zeigte folgender Versuch: Eine Suspension des Niederschlags wurde in Salzsäure gelöst, mit Jod titriert und darauf das Zinn gewichtsanalytisch bestimmt.

Die jodometrische Bestimmung ergab 31,7 mg Sn.
die gewichtsanalytische „ „ 31,9 „ „

das Zinn war also nur als Stannoverbindung in dem Niederschlag enthalten.

Das allmähliche Entstehen der Niederschläge auch in den Lösungen, in denen der Zinngehalt rasch sein Maximum erreicht, zeigt, dass die Hydrolyse des Stannoacetats d. h. seine Spaltung in Essigsäure und Stannohydroxyd bez. -oxyd ein zeitlich langsam verlaufender Vorgang ist, ebenso wie dies nach v. Kowalewsky[1]) von der Hydrolyse des Stannichlorids bekannt ist; dass es auch in 1,0 normaler Essigsäure noch zur sichtbaren Abscheidung des Oxydes kommt, wird durch die Überlegung erklärt, dass selbst in diesen Lösungen die Konzentration der freien Wasserstoffionen infolge des dissoziationshemmenden Einflusses des essigsauren Salzes eine sehr geringe ist.

Die oben beschriebenen Versuche hatten gezeigt, dass, so lange die Lösungen klar bleiben, das gelöste Zinn dem ausgefällten Blei äquivalent ist. Auch nach Beginn der Trübung steigt der Zinngehalt der Lösung häufig, erreicht dann ein Maximum und sinkt schliesslich bis zu einem konstanten Endwert. Tabelle III zeigt diesen Gang des Zinngehaltes in einigen Lösungen; es wurden jedoch nur solche Lösungen titriert, in denen sich der braune oder weisse Niederschlag einigermassen gut abgesetzt hatte. Die Konzentrationen sind in Grammäquivalenten im Liter angegeben und durch Titration mit Jod bestimmt. Die Versuche sind bei 18° ausgeführt.

Ist der Zinngehalt in der Lösung konstant geworden, so steht die Lösung mit dem ausgefallenen Oxyd resp. Hydroxyd im Gleichgewicht, d. h. ist an ihm gesättigt. Daher enthalten in diesem Falle die stark sauren Lösungen mehr Zinn als die schwächer sauren.

In allen Lösungen, die mehr als 0,3 Mole freie Essigsäure im Liter enthalten, ist das Blei fast vollständig ausgefällt worden. Es ist zwar qualitativ noch deutlich nachweisbar, konnte aber in den zur Analyse zur Verfügung stehenden geringen Flüssigkeitsmengen, höchstens 50 ccm, nicht mehr mit Genauigkeit bestimmt werden. Der Gehalt dieser Lösungen an Blei ist nach Beendigung des Schüttelns so gering, dass sie bei der Titration mit $^1/_{10}$-n.-Jodlösung keinen Niederschlag von Bleijodid ergeben.

Tabelle III enthält nur Lösungen, deren Anfangsgehalt an freier Essigsäure nicht mehr als 0,5 Mol im Liter beträgt. In stärker sauren Lösungen, bis 1,0 n.-Essigsäure, sinkt der Bleigehalt in wenigen Tagen oder Stunden bis auf ein nicht mehr bestimmbares Minimum. Nach dem weiteren Verlauf von mehreren Tagen trüben sich die Lösungen infolge Hydrolyse. Doch ist in ihnen der entstehende Nieder-

[1]) Ztschr. f. anorgan. Chem. 23, 1 (1900).

Tabelle III.

Konzentration von $Pb(C_2H_3O_2)_2$ vor dem Schütteln	Konzentration von $C_2H_4O_2$ vor dem Schütteln	Dauer des Schüttelns	Konzentration des Sn nach dem Schütteln	Konzentration des Pb nach dem Schütteln	Bemerkungen
0,1885	0,254	4 Tage	0,032		wenig trübe
		5 "	0,035		"
		7 "	0,031		weisser N. abgesetzt
		11 "	0,031	0,103	"
0,1885	0,254	4 "	0,025		fast klar
		5 "	0,025		trübe
		7 "	0,023		weisser N. abgesetzt
		8 "	0,023	0,122	"
0,1885	0,339	4 "	0,046		feiner brauner N.
		5 "	0,054		starker brauner N.
		7 "	0,054		"
		12 "	0,041	weniger als 0,001	"
0,1885	0,339	4 "	0,049		feiner brauner N.
		5 "	0,051		starker brauner N.
		7 "	0,051		"
		10 "	0,051	weniger als 0,001	"
0,1885	0,508	6 "	0,079		"
		9 "	0,079		"
		11 "	0,079	weniger als 0,001	"
0,207	0,501	1 Stunden	0,012		klar
		2 "	0,022		"
		4 "	0,031		"
		24 "	0,128		opalescent
		48 "	0,083		brauner N.
		72 "	0,083	weniger als 0,001	"

schlag so gering, dass er sich nicht durch Absetzen oder Filtrieren von der Lösung trennen lässt.

Als sicheres Ergebnis der Versuche in essigsaurer Lösung lässt sich daher die Tatsache angeben, dass Zinn das Blei bei Anwesenheit einer gewissen Konzentration freier Essigsäure in einigen Tagen praktisch vollkommen ausfällt, und zwar um so rascher, je grösser die Konzentration der freien Essigsäure ist.

Wodurch jedoch diese wachsende Ausfällungsgeschwindigkeit bedingt ist, ob durch die freien Wasserstoffionen oder die ungespaltenen Molekeln, ob sie eine rein katalytische Erscheinung ist oder nicht, und wie sie ferner mit dem zeitlich messbaren Vorgang der Hydrolyse des entstehenden Zinnsalzes zusammenhängt, lässt sich auf Grund der vorliegenden Versuche nicht mit Sicherheit aussagen. Die Untersuchung dieser Fragen konnte nicht in Angriff genommen werden, da sie von dem eigentlichen Thema dieser Abhandlung zu weit abliegen.

Um essigsaure Lösungen mit grösserer Wasserstoffionenkonzentration zu untersuchen, schüttelte ich Zinn mit Lösungen von Blei**nitrat** mit Essigsäure, in denen

die Dissoziation der ohnehin schon schwachen Essigsäure nicht durch den Einfluss des gleichionigen Acetats zurückgedrängt wird. Die Konzentrationen betrugen: Bleinitrat 0,181 äquivalentnormal und Essigsäure 0,508 normal. Es entstand fast momentan eine Trübung, die in kurzer Zeit zu einem dicken weissen Niederschlag anwuchs, welcher sich gut und rasch absetzte. Derselbe war frei von Blei und Essigsäure und bestand aus Zinnhydroxydul. Die Lösungen wurden einige Tage bei 18 ° geschüttelt, dann nach dem Absetzen des Niederschlages rasch filtriert und im Filtrat das Blei gewichtsanalytisch, das Zinn gewichtsanalytisch und jodometrisch bestimmt. Die Resultate sind folgende — die Konzentrationen bedeuten Grammäquivalente im Liter:

Dauer des Schüttelns	Konz. der Essigsäure	Konz. des Bleis		Konz. des Zinns nach dem Schütteln	
		vor dem Schütteln	nach dem Schütteln	gew. anal. best.	jodom. best.
4 Tage	0,508	0,181	0,1112	0,0211	0,128
5 „	0,508	0,181	0,0862	0,0507	0,112
5 „	0,508	0,181	0,0993	0,0314	0,132
5 „	0,00508	0,181	0,1165	nicht wägbar, aber nachweisbar	0,002

In sämtlichen Lösungen war also das Blei zum Teil ausgefällt worden, doch enthielten sie viel weniger gewichtsanalytisch bestimmbares Zinn, als der ausgefällten Bleimenge äquivalent war. Die jodometrisch bestimmte Zinnmenge ist durchweg viel grösser als die gewichtsanalytisch bestimmte. Daher enthielten die Lösungen ausser dem Stannosalz noch eine andere Jod reduzierende Verbindung, da sie mehr Jod entfärbten, als dem ersteren entsprach. Diese letztere muss durch Reduktion des Nitrates durch das metallische Zinn unter Bildung von Zinnhydroxydul, des weissen Niederschlages, entstanden sein. Die weitere Prüfung ergab, dass die Lösung auch nach dem Ausfällen des Bleis und Zinns mit Ammoniak alkalische Kupferoxydlösung und nach dem Ansäuern Jod reduzierte. Beim Kochen der ursprünglichen Lösung mit Natronlauge entwickelte sich Ammoniak. Die Reduktion des Nitrates durch das Zinn war also offenbar bis zum Hydroxylamin vor sich gegangen, eine Reaktion, die in Gegenwart freier Mineralsäure schon lange bekannt ist[1]), Bemerkenswert ist, dass sie auch in so ausserordentlich schwach sauren Lösungen, wie es die letzte der vier untersuchten Lösungen ist, merklich wird; denn auch in der 0,005 n. Essigsäure trat rasch eine, wenn auch geringe Trübung ein, und die Lösung reduzierte mehr Jod als dem gelösten Zinn entsprach. Das beim Kochen mit Natronlauge entweichende Ammoniak kann sowohl primär bei der Reduktion, als sekundär durch Zersetzung des Hydroxylamins in alkalischer Lösung entstanden sein[2]).

Die Reduktion des Nitrates zu Hydroxylamin wird durch das Zinn und nicht durch das ausgefällte Blei verursacht. Denn beim Schütteln von Blei mit einer Lösung von Kaliumnitrat und Essigsäure entsteht keine Spur einer Jod reduzierenden Verbindung; die Lösung ergab jedoch mit Metaphenylendiamin eine Gelbfärbung.

[1]) Dammer, Handb. der anorgan. Chem. II. 1. 28.

[2]) cf. Tanatar, Ztschr. f. physik. Chem. 40, 475 (1902).

Es hatte also ebenfalls eine Reduktion des Nitrates stattgefunden, dieselbe hatte aber nur zur Bildung von salpetriger Säure geführt.

Beim Schütteln derselben Kaliumnitrat-Essigsäurelösung mit metallischem Zinn dagegen bildete sich sehr rasch ein weisser Niederschlag von Zinnhydroxydul, und die Lösung hatte alle oben beschriebenen Eigenschaften, die auf das Vorhandensein von Hydroxylamin schliessen liessen.

Da nach dem Schütteln mit Zinn die essigsauren Bleinitratlösungen in vier bis fünf Tagen um ca. 50 % ihres Gehaltes an Blei abgenommen haben, so ist ebenfalls wie in den reinen Acetatlösungen Blei durch Zinn ausgefällt worden. Ob diese Ausfällung ebenfalls praktisch vollständig vor sich geht, oder bei einem Gleichgewichtszustand mit endlichen Konzentrationen von Blei und Zinn stehen bleibt, lässt sich aus den im vorstehenden beschriebenen Versuchen noch nicht mit Sicherheit entscheiden; da durch die gleichzeitig verlaufenden Nebenreaktionen nicht unbeträchtliche Komplikationen entstehen, so wurde von einer weiteren Untersuchung dieses Systems Abstand genommen.

4. Gleichgewicht zwischen Blei und Zinn in den Lösungen ihrer Nitrate.

Beim Schütteln von neutraler Bleinitratlösung mit metallischem Zinn wird, wie schon Senderens[1]) gefunden hat, kein Blei ausgefällt, und es geht kein Zinn in Lösung. Zur Herstellung einer möglichst neutralen Stannonitratlösung wurde nach dem Verfahren von Weber[2]) konzentrierte Salpetersäure unter Eiskühlung längere Zeit mit frisch bereitetem Zinnoxydul digeriert. Beim Verdünnen fiel ein geringer Niederschlag — offenbar von basischem Salz — aus, der sich gut absetzte. Die Analyse der klaren Lösung ergab:

1. Gewichtsanalytisch: in 5 ccm 0,1492 g SnO_2 (nach Fällen als Sulfid), mithin im Liter: **0,3955** Grammäquivalente Stannosalz.

2. Jodometrisch: 5 ccm verbrauchten 20,4 ccm 0,0973 norm.-Jodlösung, mithin im Liter **0,3962** Grammäquivalente Stannosalz.

Die Übereinstimmung zeigt, dass die Lösung nur Stannonitrat und keine Stanniverbindung enthielt.

Den Gehalt der Lösung an NO_3 kann man durch Titration mit 0,5 norm.-Kalilauge bestimmen. Da Stannohydroxyd eine schwache Base ist, so tritt dauernde Rotfärbung von Phenolphtaleïn erst dann ein, wenn sämtliches Stannohydroxyd von der starken Base verdrängt, d. h. in undissoziiertes $Sn(OH)_2$ übergeführt ist. Dies wird dadurch bewiesen, dass der Farbenumschlag von der hinzugesetzten Wassermenge, also auch von der hydrolytischen Spaltung des Zinnsalzes vor der Titration unabhängig ist.

Es verbrauchten:

$$10 \text{ ccm } Sn(NO_3)_2 = 8{,}32 \text{ ccm KOH } (0{,}4835 \text{ n.}).$$

---

[1]) Bull. de la soc. chim. (3) **15**, 208 (1896).

[2]) Journ. f. prakt. Chem. **26**, 121 (1882).

Mithin enthielt die Lösung 0,4023 Grammäquivalente NO_3, d. h. freie und gebundene Salpetersäure. Da sie nur 0,396 Grammäquivalente Zinn enthielt, so war sie schwach sauer.

Beim Schütteln dieser Lösung mit metallischem Blei im Thermostaten bei 18° entstand wieder fast momentan eine Trübung und im Verlauf von zwei Tagen ein dicker, weisser Niederschlag, der aus Stannohydroxyd bestand.

Die Analyse der klaren Filtrate ergaben an Grammäquivalenten im Liter:

Dauer des Schüttelns	Zinn gewogen		Blei	10 ccm reduzierten
	vor d. Schütteln	nach dem Schütteln	nach d. Schütteln	ccm 0,1 n Jod
2 Tage	0,396	kaum nachweisbar, nicht wägbar	0,1963	7,6
„	0,396	desgl.	0,1706	5,0

Das Metallpulver liess sich durch wiederholtes Dekantieren leicht von dem weissen Niederschlag trennen. Als das Waschwasser keine Zinnreaktion mehr ergab, wurde das Metall in warmer Salzsäure gelöst; die Lösung enthielt Zinn. Es war also Zinn durch Blei ausgefällt worden und zwar, wie die obige Tabelle zeigt, fast vollständig. Das ausgefällte Zinn hatte dann unter Bildung von Hydroxydul die Salpetersäure in der schwach sauren Lösung z. T. zu Hydroxylamin reduziert. Da, wie oben gezeigt, die Reduktion durch Blei nur bis zur salpetrigen Säure geht, so kann der hohe Jodtiter der Lösung nicht durch das hinzugesetzte Blei, sondern nur durch das ausgefällte Zinn verursacht sein. Dass die Bildung des weissen Niederschlags eine Wirkung des ausgefällten metallischen Zinns ist, wurde bewiesen durch Schütteln der Stannonitratlösug mit metallischem Aluminium, Zink und Platin. In den beiden ersteren Fällen, bei Anwendung der unedlen Metalle, die also eine Ausfällung des Zinns verursachen, entstand er sofort, während er im letzteren Falle ausblieb.

Es ist also trotz der die Verhältnisse etwas verwickelnden Nebenreaktionen mit Sicherheit auszusprechen, dass in salpetersaurer Lösung in diametralem Gegensatz zur essigsauren Blei unedler als Zinn ist, da es dasselbe fast vollständig aus seinen Lösungen verdrängt. Die Ausfällbarkeit des Bleis durch Zinn und umgekehrt ist also im Gegensatz zu den Erfahrungen mit anderen Metallen (vgl. S. 515) derart von der Natur des Anions der betreffenden Salzlösungen abhängig, dass die Richtung der Reaktion völlig umgekehrt werden kann.

Es entsteht nun die Frage, wie diese Tatsache mit der Nernstschen Theorie in Einklang gebracht werden kann. Dieselbe verlangt, dass in dem die Ausfällung begrenzenden Gleichgewichtszustand das Verhältnis der Ionenkonzentrationen der beiden Metalle, wenn sie gleichwertig sind, konstant, also auch von der Natur des Anions unabhängig sein soll. Da nun das Verhältnis der analytisch bestimmbaren Gesamtkonzentrationen des Bleis zum Zinn in den verschiedenen Säuren ganz verschieden ist — in Essigsäure ist es sehr klein, in Salpetersäure sehr gross —, so muss man annehmen, dass der Dissoziationszustand der Blei- oder Zinnsalze mit verschiedenen Anionen völlig verschieden ist. Der Dissoziationszustand von Stannosalzen ist bis jetzt noch nicht bekannt. Bleinitrat verhält sich nach den Untersuchungen

von Fernau[1]) ziemlich normal, d. h. es ist wie andere ternäre Elektrolyte, zB. H_2SO_4, weitgehend dissoziiert. Bleiacetat dagegen enthält sicher wenig Bleiionen, sondern ist als stark komplex zu betrachten, da sich schwer lösliche Bleisalze, wie $PbSO_4$ und PbJ_2 leicht in essigsauren Salzen, sowohl $NH_4C_2H_3O_2$ wie $NaC_2H_3O_2$ auflösen[2]). Da aber in allen gesättigten Lösungen das Produkt der Ionenkonzentrationen, also z. B. der Pb-Ionen und der Sulfationen, nach dem Massenwirkungsgesetz konstant und bei schwerlöslichen Salzen sehr klein ist, so kann in den essigsauren Lösungen trotz des grösseren Bleigehaltes die Konzentration der freien Pb-Ionen nur gering sein.

Aus der Analogie im übrigem chemischen Verhalten zwischen Blei und Zinn kann man wohl mit grosser Wahrscheinlichkeit schliessen, dass das Zinn in essigsaurer Lösung ebenfalls nur wenig freie Sn-Ionen bildet, sondern sich zum grossen Teil in der Form von Komplexen befindet, während anderseits das Stannonitrat analog dem Bleinitrat weitgehend dissoziiert ist. Ganz allgemein nähern sich bei allen Metallen die Nitrate am meisten in ihrem Verhalten dem der „idealen" Elektrolyte und dem Zustande vollständiger Dissoziation[3]).

Da nun in salpetersaurer Lösung Zinn fast vollständig durch Blei ausgefällt wird, so hat im Gleichgewichtszustand, angenähert gleichen Dissoziationsgrad der Nitrate vorausgesetzt, das letztere die grössere Ionenkonzentrationen und daher auch den grösseren Lösungsdruck, d. h. Blei ist unedler als Zinn.

Dann muss, so verlangt die Nernstsche Theorie, in essigsaurer Acetatlösung auch nach fast vollständiger Ausfällung des Bleis durch Zinn, also nach Erreichung des Gleichgewichtes, die Stannoionenkonzentration kleiner sein als die der wenigen Bleiionen. Diese Annahme ist durchaus nicht unwahrscheinlich, zumal man sich in neuerer Zeit daran gewöhnt hat, mit Ionenkonzentrationen zu rechnen, die nur einige negative Zehnerpotenzen betragen.

Es wird sich zeigen, dass diese Annahme, dass das Zinn eine kleinere Lösungstension hat als das Blei, auch mit dem Verhalten der Metalle in anderen Säuren, sowie mit den Messungen ihrer Potentialdifferenz in ihren Salzlösungen im Einklang steht.

5. Gleichgewicht zwischen Blei und Zinn in schwefelsaurer Lösung.

Schüttelt man eine gesättigte Lösung von Bleisulfat in $^1/_{10}$ äquivalentnormaler Schwefelsäure bei 25° mit überschüssigem Bleisulfat und metallischem Zinn, so geht Zinn langsam in Lösung. Die Konzentration desselben wurde jodometrisch bestimmt.

Die Lösung enthielt:

nach 2 Tagen	0,0065	Grammäquivalente	Sn	im	Liter
„ 3 „	0,0129	„	„	„	„
„ 4 „	0,0178	„	„	„	„
„ 5 „	0,0228	„	„	„	„

Offenbar ist die Auflösung des Zinns nach 5 Tagen noch nicht beendet.

[1]) Zeitschr. f. anorg. Chem. **17**, 327 (1898).
[2]) Dibbits, Dingl. Journ. **210**, 475 (1873).
[3]) Vgl. z. B. W. Bilz, Zeitschr. f. physik. Chem. **40**, 185 (1902).

Um die umgekehrte Reaktion, die Ausfällung des Zinns durch Blei, zu untersuchen, wurde frisch gefälltes Stannohydroxyd in Schwefelsäure gelöst. Die Titration dieser Lösung mit Jod ergab einen Gehalt von 0,187 Grammäquivalenten Stannosulfat, die Titration mit Kalilauge (vgl. S. 525) einen Gesamtgehalt an freier und gebundener Schwefelsäure von 0,474 Grammäquivalenten. Die Lösung enthielt also 0,287 Grammäquivalente freie Schwefelsäure. Die Lösung war völlig klar. Schon nach eintägigem Schütteln mit metallischem Blei hatte sich ein deutlicher weisser Niederschlag von Bleisulfat gebildet. Gleichzeitig hatte der Jodtiter, d. h. der Zinngehalt, abgenommen. Derselbe betrug:

vor dem Schütteln	0,187	Grammäquivalente
nach 2 Tagen . .	0,172	„
„ 3 „ . .	0,167	„
„ 4 „ . .	0,167	„
„ 6 „ . .	0,167	„

Am dritten Tage hatte die Ausfällung des Bleis durch Zinn Halt gemacht, sie führt also in schwefelsaurer Lösung zu einem Gleichgewichtszustand, an dem Blei und Zinn mit endlichen Konzentrationen beteiligt sind. Von der weiteren Untersuchung derselben wurde jedoch wegen der Schwerlöslichkeit des Bleisulfats Abstand genommen.

6. Gleichgewicht zwischen Blei und Zinn in salzsaurer Lösung.

Ähnlich wie in schwefelsaurer Lösung sind die Erscheinungen in salzsaurer Lösung; da aber Bleichlorid beträchtlich löslicher ist als Bleisulfat, so wurde eine quantitative Bestimmung dieses Gleichgewichtszustandes bei wechselnden Konzentrationen unternommen.

Das Gleichgewicht wurde von beiden Seiten erreicht, durch Schütteln von gesättigten Bleichloridlösungen mit Zinn und von Zinnchlorürlösungen mit Blei. Die Konzentrationen der letzteren betrugen ca. 0,07 Grammäquivalente im Liter; auch sie waren an Bleichlorid gesättigt. Um eine Hydrolyse bei der Auflösung des Zinns zu verhindern, enthielten die Lösungen Salzsäure in der Konzentration von 0,05—1,0 Molen im Liter. Da die Löslichkeit des Bleichlorids nach den Untersuchungen von v. Ende[1]) in diesem Konzentrationsbereich mit zunehmender HCl-Konzentration abnimmt, und nach Erreichung des Gleichgewichtszustandes gemäss der Nernstschen Theorie der Gehalt an Zinnionen dem Gehalt an Bleiionen proportional ist, so enthielten beim Gleichgewicht die stark sauren Lösungen weniger Zinn als die schwach sauren.

Die Übereinstimmung zwischen dem titrimetrisch und gewichtsanalytisch bestimmten Gehalt an Zinn zeigt, dass dasselbe beim Ausfällen des Bleis zweiwertig in Lösung geht.

[1]) Zeitschr. f. anorgan. Chem. **26**. 129 (1899).

Nach dem Schütteln von Bleichloridlösungen mit Zinn enthielten dieselben in 50 ccm

durch Titration mit $^1/_{10}$-n. Jodl. und Rücktitration mit $Na_2S_2O_3$	Gewichtsanalytisch bestimmt (vergl. S. 517)
0,1239 g Sn	0,1249 g Sn
0,1120 „	0,1122 „
0,1110 „	0,1114 „
0,1510 „	0,1521 „
0,1464 „	0,1468 „

Beim Schütteln von Zinnchlorürlösung, die zum Teil oxydiert ist, mit Blei wird alles Stannichlorid reduziert, sodass im Gleichgewichtszustand das Zinn nur als Stannosalz vorhanden ist.

Die Lösung enthielt vor dem Schütteln in 50 ccm

titrimetrisch bestimmtes, also zweiwertiges Zinn . . 0,1820 g
gewichtsanalytisch bestimmtes Zinn . . . . . . 0,2075 „

Nach dem Schütteln bei 18° mit Blei und 0,2 n.-HCl

titrimetrisch bestimmt . . . . 0,1415 g Sn
gewichtsanalytisch bestimmt . . . . 0,1405 „

Nach dem Schütteln bei 18° mit Blei und 0,3 n.-HCl

titrimetrisch bestimmt . . . . 0,1082 g Sn
gewichtsanalytisch bestimmt . . . . 0,1085 „

Zinnchlorürlösungen sind sehr häufig nicht stabil, sondern erleiden allmählich auch bei Luftabschluss eine Veränderung. Dieselbe kann zweierlei Art sein; entweder trüben sich die Lösungen infolge hydrolytischer Abscheidung von basischem Salz, oder sie färben sich gelb. Letzteres tritt z. B. fast momentan ein, wenn man eine konzentrierte Lösung mit heissem Wasser verdünnt. Auch beim Kochen einer verdünnten Lösung tritt Gelbfärbung ein, die im Laufe einiger Tage immer intensiver wird. Konzentrierte, stark saure Lösungen sind bei Luftabschluss unter Paraffinöl beliebig lange ohne sichtbare Veränderung haltbar, z. B. eine Lösung, die 0,7 Grammäquivalente $SnCl_2$ und 0,5 Mole Salzsäure im Liter enthielt. Gegen die Oxydation durch den Luftsauerstoff bietet das Paraffinöl hinreichend Schutz, da der Titer der Lösung gegen $^1/_{10}$ n.-Jodlösung im Laufe von zwei Monaten nur von 0,702 auf 0,697 abgenommen hatte.

Die Beobachtung von Fischer und Capitaine[1]), dass sich trübe Zinnchlorürlösungen unter Gelbfärbung klären, habe ich nicht bestätigen können. Vielmehr scheinen beide Veränderungen unter Umständen gleichzeitig eintreten zu können. Zu allen folgenden Versuchen wurden nur klare farblose Lösungen benutzt.

Die Gleichgewichtsversuche wurden in der Weise ausgeführt, dass Flaschen von 100 ccm Inhalt mit der betreffenden Lösung und dem Metallpulver einen Tag im Thermostaten geschüttelt wurden. Nach dem Absetzen wurden 5—10 ccm, je nach der Konzentration der Lösung, herauspipettiert und der Zinngehalt titrimetrisch bestimmt. Dann wurde von neuem Metall hinzugefügt, mehrere Stunden geschüttelt

[1]) Zitiert nach Dammer, Handbuch der anorg. Chem. 2 1. 670.

und wiederum titriert usw. Der wiederholte Zusatz von Metall erwies sich als notwendig, da die Oberfläche des ursprünglichen Pulvers durch das ausgefällte Metall scheinbar vollständig verdeckt wurde. Es zeigte sich, dass der Zinngehalt der Lösungen, die aus Bleichlorid und metallischem Zinn hergestellt wurden, erst rasch und dann sehr langsam, aber stetig zunahm, und zwar zuletzt in einem Tage um ca. 0,001 Grammäquivalent im Liter. Bei der Ausfällung des Zinns durch Blei aus der überschüssigen Zinnchlorürlösung nahm der Zinngehalt natürlich zunächst ab, erreichte dann ein Minimum und stieg schliesslich wieder langsam, sodass eine absolute Konstanz des Zinngehaltes nach wiederholtem Zufügen von Metallpulver überhaupt nicht erreicht werden konnte.

Folgende kleine Tabelle zeigt diese Veränderung im Zinngehalte zweier Lösungen:

	Grammäquivalente Sn im Liter	
	I in 0,3n HCl	II in 0,5n HCl
Vor dem Schütteln	0,0691	0,0691
Nach 1 Tag Schütteln bei 25°	0,0494	0,0436
„ 2 Tage „ „ 25°	0,0472	0,0390
„ 3 „ „ „ 25°	0,0489	0,0394

Die Erklärung für diese Erscheinung beruht in folgendem. Infolge der leichten Oxydschicht des Metallpulvers (vergl. S. 516) löst sich immer etwas von dem neu hinzugefügten Metall in der Salzsäure. Hierbei wird direkt, oder durch Ausfällen des gelösten Zinns indirekt, Bleichlorid gebildet, das infolge der Sättigung der Lösung an diesem ausfällt. Dadurch wird die Gesamtkonzentration der Lösung an Chlor vermindert, die Löslichkeit des Bleichlorids jedoch und die mit dieser verknüpfte Gleichgewichtskonzentration des Zinnchlorürs etwas vermehrt.

Das Gleichgewicht zwischen Blei und Zinn kann daher als erreicht betrachtet werden, wenn beim Ausfällen des Zinns durch Blei nach erneutem Hinzufügen von Blei der Zinngehalt nicht mehr abnimmt, und beim Ausfällen des Bleis durch Zinn nach entsprechendem Zusatz von Zinn nur um sehr wenig zunimmt. (0,001 Grammäquivalent im Liter in einem Tage.) Dann wurden 50 ccm der Lösung mit einer Pipette durch einen Wattepfropf entnommen und das Blei und Zinn in ihnen gewichtsanalytisch bestimmt.

Beim Schütteln von Bleichloridlösungen mit Zinn zeigte sich stets eine eigentümliche Erscheinung. Das am Boden liegende Metallpulver, das sich durch das ausgefällte Blei schwarz färbte, ballte sich zu kugelförmigen Ballen zusammen, die nach dem Herausnehmen ziemlich widerstandsfähig waren und sich nur mit einiger, wenn auch geringer Mühe, zerdrücken liessen. Beim Ausfällen des Bleis durch Zinn in essigsaurer Lösung hatte sich diese Erscheinung nie gezeigt, ebensowenig beim Ausfällen des Zinns durch Blei.

Betrachtet man das Gleichgewicht zwischen Blei und Zinn in salzsaurer, an Bleichlorid gesättigter Lösung vom Standpunkte der Phasenregel, so erkennt man das Vorhandensein von 5 Phasen, nämlich Blei, Zinn, festes Bleichlorid, Lösung, Dampf. Voraussetzung hierbei ist, dass das ausgefällte Metall als reines Metall und nicht als Legierung ausfällt. Letzteres scheint zwar nach den Untersuchungen von Mylius

und Fromm[1]) und Senderens[2]) bei vielen Metallen der Fall zu sein, in unserem Falle ist es jedoch ausserordentlich unwahrscheinlich. Da nämlich, wie der Versuch zeigte, die Gleichgewichtskonzentrationen unabhängig davon sind, ob eines der beteiligten Metalle durch Ausfällen oder Hinzufügen entstanden ist, so könnte sich höchstens eine Legierung gebildet haben, deren Lösungstension eben so gross ist, wie die des reinen Metalls[3]). Dann würde aber jeder Grund zur freiwilligen Entstehung der Legierung fortfallen, da bei ihrer Bildung keine Arbeit gewonnen werden könnte.

Es könnte ferner die Frage aufgeworfen werden, ob das ausgefällte Metall dieselbe Konstitution (Kristallform) besitzt, wie das zur Verwendung kommende Pulver. Diese Frage ist ebenfalls aus dem oben angeführten Grunde, nämlich der Unabhängigkeit des Gleichgewichtes von der Herkunft des Metalles, zu bejahen. Selbst wenn anfänglich nach der bekannten Ostwaldschen Regel eine unbeständige Modifikation ausgefallen wäre, so hätte sie sich bis zur Einstellung des Gleichgewichtes in die beständigere umgewandelt haben müssen.

Die Frage nach der Anzahl der unabhängigen Bestandteile bei Gleichgewichtszuständen mit so vielen (5) Phasen, ist am leichtesten zu beantworten nach der Regel von Wind[4]): sie ist nämlich gleich der Anzahl der überhaupt vorkommenden selbständigen Molekelgattungen, vermindert um die Anzahl der zum Gleichgewicht führenden Reaktionsgleichungen. Die Zahl der letzteren beträgt 1, nämlich die Gleichung



$$Sn + PbCl_2 \rightleftarrows SnCl_2 + Pb,$$

da die freie Salzsäure an der Reaktion nicht Teil nimmt. Die Anzahl der selbständigen Molekelgattungen beträgt 6, nämlich Sn, Pb, $SnCl_2$, $PbCl_2$, HCl, H_2O, mithin die Anzahl der unabhängigen Bestandteile $6 - 1 = 5$[5]). Das Phasengesetz verlangt, dass ein System von n unabhängigen Bestandteilen und r Phasen $n + 2 - r$ „Freiheitsgrade“ besitzt, wenn man unter dieser Bezeichnung solche Grössen versteht, durch deren willkürliche Veränderung die Zusammensetzung einer oder mehrerer Phasen geändert wird. Unser System besitzt also, da n und $r = 5$ sind, 2 Freiheitsgrade; nämlich die Temperatur und die Konzentration der Salzsäure. Sind diese beiden Grössen festgelegt, so ist die Löslichkeit des Bleichlorids und dadurch auch die mit dieser durch die Gleichgewichtsgleichung verknüpfte Konzentration des Zinnchlorürs eindeutig bestimmt. Andrerseits rufen die willkürliche Veränderung der Temperatur und der Salzsäurekonzentration eine Änderung der Zusammensetzung der flüssigen Phase hervor.

Da, wie oben ausgeführt, die Gesamtkonzentration des Chlors ($HCl + SnCl_2 + PbCl_2$) durch das wiederholte Hinzufügen von Metall geändert wurde, so war es nicht möglich, Gleichgewichtslösungen mit genau gleichen Konzentrationen herzustellen.

---

[1]) Berichte d. deutsch. chem. Ges. **27**. 630 (1894).

[2]) Bull. de la soc. chim. (**3**) **17**. 271 (1897).

[3]) Vergl. Haber, Zeitschr. f. Elektrochem. **8**. 541 (1902).

[4]) Zeitschr. f physik. Chem. **31**. 390 (1899).

[5]) Dieselbe Anzahl ergibt sich auch nach der von Nernst (Lehrb. d. theor. Chem. 3. Aufl. 565, u. Zeitschr. f. physik. Chem. **43**. 113 [1903]) oder Wegscheider (ibid. **43**. 89, 376) vorgeschlagenen Berechnungsweise.

Um die Versuchsfehler zu eliminieren, wurde daher eine grössere Anzahl von Bestimmungen ausgeführt und die Gleichgewichtskonzentrationen auf Koordinatenpapier graphisch aufgezeichnet, und zwar der Bleigehalt als Abszisse und der Zinngehalt als Ordinate. Die Versuche wurden bei 18° und 25° ausgeführt, und ihre Resultate sind in Tabelle IV und V mitgeteilt. Die Konzentration der freien Salzsäure schwankte zwischen 0,05 und 1 Grammäquivalenten im Liter.

Bei einzelnen Lösungen der Tabelle V wurde eine Bestimmung des gesamten Chlors ($HCl + PbCl_2 + SnCl_2$) durch Titration nach Volhard mit überschüssigem 0,1n Silbernitrat und 0,1n Rhodanammonium vorgenommen. Es erwies sich als notwendig, vor dem Hinzufügen des Silbernitrats den Lösungen Salpetersäure zuzusetzen, da andernfalls ein Teil des Silbernitrats durch das Zinnchlorür zu metallischem Silber reduziert wurde.

Tabelle IV.

Gleichgewichtskonzentrationen des Bleichlorids und Zinnchlorürs in salzsaurer Lösung bei 18°.

(Sämtliche Zahlen geben Grammäquivalente im Liter an.)

H Cl	$PbCl_2$ gefunden	$SnCl_2$ gefunden	$SnCl_2$ berechn. nach Formel I (S. 535)	Differenz $SnCl_2$ gefunden − $SnCl_2$ berechn.
1,0	0,00672	0,0220	0,0220	+ 0,0000
1,0	675	226	222	+ 4
1,0	689	228	227	+ 1
0,5	806	281	278	+ 3
0,5	818	285	284	+ 1
0,5	843	295	294	+ 1
0,5	846	296	296	0
0,35	996	366	361	+ 5
0,30	1062	380	390	— 10
0,30	1060	386	388	— 2
0,30	1080	393	397	— 4
0,30	1080	396	397	— 1
0,30	1086	404	399	+ 5
0,25	1274	477	481	— 4
0,20	133	508	505	+ 3
0,20	142	542	544	— 2
0,20	144	553	553	0
0,20	146	563	563	0
0,1	190	718	753	— 35
0,1	189	738	749	— 11
0,1	197	739	783	— 44
0,1	195	740	774	— 34
0,1	199	747	791	— 44
0,05	235	905	946	— 41
0,05	247	942	999	— 57
0,05	243	918	979	— 61
0,05	246	944	994	— 50

Tabelle V.

Gleichgewichtskonzentrationen des Bleichlorids und Zinnchlorürs in salzsaurer Lösung bei 25°.

(Die Zahlen geben Grammäquivalente im Liter an.)

HCl	Cl ($HCl + PbCl_2 + SnCl_2$) mit $AgNO_3$ titriert	$PbCl_2$ gefunden	$SnCl_2$ gefunden	$SnCl_2$ berechnet n. Formel 2 (S. 535)	Differenz $SnCl_2$ gef. − $SnCl_2$ ber.
1,0		0,00917	0,0283	0,0296	— 0,0013
1,0		924	286	298	— 12
0,5	0,538	1116	370	371	— 1
0,5	0,539	1116	373	371	+ 2
0,5		1126	374	375	— 1
0,5	0,529	1137	384	378	+ 6
0,45	0,489	1192	403	401	+ 2
0,40		1252	419	422	— 3
0,40	0,428	1256	423	423	0
0,40		1286	425	433	— 8
0,3	0,355	1420	483	484	— 1
0,3		1426	489	486	+ 3
0,3	0,358	1440	492	491	+ 1
0,3		1450	497	495	+ 2
0,25	0,311	1682	573	582	— 9
0,25		1768	607	612	— 5
0,20		1846	633	642	— 9
0,20	0,267	1882	652	656	— 4
0,20	0,266	1904	654	665	— 11

Die graphische Darstellung der Tabelle IV (18°) (Kurve I) ergibt zwischen den Konzentrationen 1,0 und 0,2 n HCl sehr genau eine gerade Linie, die für schwächere Salzsäure- also stärkere Blei- und Zinnkonzentrationen gegen die Abszissenachse schwach konkav wird. Es ist also im Gleichgewichtszustand innerhalb des bezeichneten Konzentrationsbereiches die Konzentration des Zinnchlorürs eine lineare Funktion der Konzentration des Bleichlorids. Mithin muss sie sich durch eine Gleichung von der Form

$$c_{Sn} = a\, c_{Pb} + b$$

darstellen lassen, wenn c_{Sn} und c_{Pb} die analytisch gefundenen Konzentrationen des Zinns und Bleis, und a und b Konstanten sind.

Die graphische Darstellung der Tabelle V (25°) (Kurve II) ergibt eine ganz analoge Kurve. Jedoch verläuft dieselbe nur in dem Konzentrationsbereich zwischen 0,5 und 0,3n HCl genau geradlinig und ist in höheren wie in geringeren Salzsäurekonzentrationen schwach konkav.

Die Zahlenwerte der Konstanten a und b können aus den Wertepaaren der Tabellen IV und V, welche innerhalb der geraden Linie liegen, für 18° und 25° berechnet werden. (Die betreffenden Wertepaare sind durch Horizontallinien von den

übrigen getrennt.) Die Wahrscheinlichkeitsrechnung lehrt, dass diese Konstanten so bestimmt werden müssen, dass die Summe der Fehlerquadrate ein Minimum wird. Je nach den verschiedenen Zahlenwerten nämlich, welche man den Konstanten gibt, werden die mit ihrer Hilfe aus der Gleichung

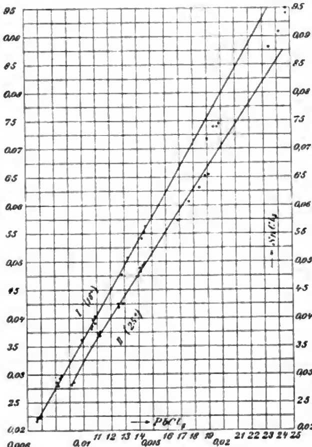
$$c_{Sn} = a\,c_{Pb} + b$$

berechneten Werte c_{Sn} von den gefundenen um gewisse Grössen (Fehler) abweichen. Die wahrscheinlichsten Werte der Konstanten sind nun diejenigen, bei denen die Summe der Quadrate dieser Abweichungen möglichst klein wird[1]).

Bezeichnet man daher die einzelnen Wertepaare mit c_{1Sn}, c_{1Pb}, c_{2Sn}, c_{2Pb} usw., so sollen a und b so bestimmt werden,

$$\text{dass } (c_{1Sn} - a\,c_{1Pb} - b)^2 + (c_{2Sn} - a\,c_{2Pb} - b)^2 \;.\;.\;.\;.\;. = \text{Minimum}$$

$$\text{oder kurz } \Sigma\,(c_{Sn} - a\,c_{Pb} - b)^2 = \text{Minimum} \qquad (1)$$



wird, wenn das Zeichen Σ die Summe der einzelnen beobachteten Wertepaare bedeutet.

Die Lösung der Aufgabe gelingt mit Hilfe der Differentialrechnung. Die Gleichung (1) ist nämlich erfüllt, wenn

$$\frac{\partial\,\Sigma\,(c_{Sn} - a\,c_{Pb} - b)^2}{\partial\,a} = 0 \quad \text{und}$$

$$\frac{\partial\,\Sigma\,(c_{Sn} - a\,c_{Pb} - b)^2}{\partial\,b} = 0 \quad \text{ist.}$$

Die Ausführung dieser Differentiationen ergibt

$$\Sigma\,c_{Pb}\,(c_{Sn} - a\,c_{Pb} - b) = 0 \quad \text{und}$$

$$\Sigma\,(c_{Sn} - a\,c_{Pb} - b) \quad = 0$$

Ist n die Anzahl der Wertepaare, über die die Summation erstreckt ist, so gehen diese Gleichungen über in

$$\Sigma\,c_{Pb}\,.\,c_{Sn} - a\,\Sigma\,c_{Pb}^2 - b\,\Sigma\,c_{Pb} = 0 \text{ und}$$

$$\Sigma\,c_{Sn} - a\,\Sigma\,c_{Pb} - n\,.\,b = 0.$$

In diesen beiden Gleichungen sind nur a und b unbekannt; die Summen lassen sich direkt aus den Tabellen berechnen. Die beiden Gleichungen lassen sich daher nach den zwei Unbekannten auflösen und man erhält die Lösungen

$$a = \frac{\Sigma\,c_{Pb}\,.\,\Sigma\,c_{Sn} - n\,\Sigma\,c_{Sn}\,.\,c_{Pb}}{(\Sigma\,c_{Pb})^2 - n\,\Sigma\,c_{Pb}^2}$$

$$\text{und } b = \frac{\Sigma\,c_{Pb}\,.\,\Sigma\,c_{Pb}\,.\,c_{Sn} - \Sigma\,c_{Sn}\,.\,\Sigma\,c_{Pb}^2}{(\Sigma\,c_{Pb})^2 - n\,\Sigma\,c_{Pb}^2}$$

[1]) Vergl. z. B. Kohlrausch, Leitfaden d. prakt. Physik, 8. Aufl., S. 11.

Nun ist nach Tabelle IV für 18 °: n = 18

$\Sigma c_{Pb} = 0{,}18637$ $\Sigma c_{Sn} = 0{,}6799$

$\Sigma c_{Sn} \, . \, c_{Pb} = 0{,}75583 \, . \, 10^{-2}$ $\Sigma c_{Pb}^2 = 0{,}20496 \, . \, 10^{-2}$

Mithin $a_{18^\circ} = \mathbf{4{,}34}$ und $b_{18^\circ} = \mathbf{-0{,}0071}$

also $c_{Sn} = \mathbf{4{,}34 \, c_{Pb} - 0{,}0071.}$ (1)

Nach Tabelle V ist für 25 °: n = 12

$\Sigma c_{Pb} = 0{,}15217$ $\Sigma c_{Sn} = 0{,}5132$

$\Sigma c_{Sn} \, . \, c_{Pb} = 0{,}65824 \, . \, 10^{-2}$ $\Sigma c_{Pb}^2 = 0{,}19407 \, . \, 10^{-2}$

Mithin $a_{25^\circ} = \mathbf{3{,}72}$ und $b_{25^\circ} = \mathbf{-0{,}0044}$

und $c_{Sn} = \mathbf{3{,}72 \, c_{Pb} - 0{,}0044.}$ (2)

Mit Hilfe der Gleichungen 1 und 2 sind die Spalten „$SnCl_2$ berechnet" der Tabellen IV und V berechnet worden. Wie die letzte Spalte der Tabellen zeigt, ist die Übereinstimmung zwischen den gefundenen und den berechneten Werten befriedigend. In den bezeichneten Konzentrationsbereichen sind die kleinen Differenzen teils positiv, teils negativ, während sie ausserhalb derselben stets negativ und erheblich grösser sind.

Sehr ungleichmässig sind diese Differenzen in den Lösungen der Tabelle IV, welche nur 0,1 und 0,05 norm. Salzsäure enthielten. In ihnen war ein endgültiges Gleichgewicht nämlich nicht erreicht worden. Obwohl der Zinngehalt einige Tage lang ziemlich konstant geblieben war, trübten sich die Lösungen infolge von Hydrolyse. Daher wurden bei 25 ° nur stärker saure Lösungen untersucht.

7. Theoretische Ableitung der empirisch aufgefundenen Gleichgewichtsgleichung.

Nach der im ersten Abschnitt entwickelten Nernstschen Theorie der Ausfällung eines Metalles durch ein anderes muss in allen blei- und zinnhaltigen Lösungen, die im Gleichgewicht mit den beiden Metallen stehen, das Verhältnis der Konzentration der zweiwertigen Zinnionen zu der der zweiwertigen Bleiionen konstant, d. h. unabhängig von der absoluten Grösse der Konzentrationen sein, und zwar ist dieses Verhältnis gleich dem Quotienten der Lösungstensionen des Bleis und Zinns. Es gilt demnach, wenn die eckigen Klammen die Konzentrationen, und die Punkte rechts oben die Ionenladungen bedeuten, die Gleichung (vgl. S. 515)

$$\frac{[Sn^{\cdot\cdot}]}{[Pb^{\cdot\cdot}]} = \frac{C_{Sn}}{C_{Pb}} = k_1 \quad (1)$$

Andrerseits lehrt die Erfahrung, dass die analytisch gefundene Gesamtkonzentration des Zinns, also Ionen + undissoziierte Molekeln, wenigstens in einem gewissen Konzentrationsbereich eine lineare Funktion der Gesamtkonzentration des Bleis ist. Einen Vergleich dieser empirischen Beziehung mit der Gleichung (1) ist nicht ohne weiteres möglich, wenn der Dissoziationszustand der Lösungen des Bleichlorids und Zinnchlorürs nicht bekannt ist.

Nach den Untersuchungen von v. Ende[1]) sind gesättigte reine Bleichloridlösungen zu ungefähr 94 % dissoziiert und zwar ist diese Dissoziation eine zweifache.

[1]) Ztschr. f. anorgan. Chem. **26**, 129 (1901).

Einmal spaltet sich die Molekel $PbCl_2$ nach Art eines binären Elektrolyten in ein einwertiges Kation $PbCl^{\cdot}$ und ein Chlorion Cl', zweitens spaltet sie sich in das zweiwertige Kation $Pb^{\cdot\cdot}$ und zwei Chlorionen Cl'. Die Spaltung einer Molekel in die elektrisch geladenen Ionen ist eine unvollständige, d. h. bis zu einem Gleichgewichtszustand verlaufende Reaktion Die Konzentrationen der im Gleichgewicht mit einander stehenden Stoffe, also der Ionen und der ungespaltenen Molekel, müssen daher dem Massenwirkungsgesetze von Guldberg u. Waage unterworfen sein. Dasselbe sagt aus, dass, wenn m Molekeln eines Stoffes A in n Molekeln B und p Molekeln C zerfallen, und a, b, c, die Konzentrationen dieser Stoffe sind, im Gleichgewichtszustand $b^n \cdot c^p = k \cdot a^m$ ist.

Die Konstante k ist nicht von den Konzentrationen, sondern nur von Druck und Temperatur abhängig.

Auf die erste Dissoziationsstufe des Bleichlorids angewendet, ergibt daher das Massenwirkungsgesetz die Gleichung

$$[PbCl^{\cdot}] \cdot [Cl'] = k_2 \; [PlCl_2] \qquad (2)$$

Für die zweite Dissoziation, d. h. die Reaktion



$$PbCl_2 = Pb^{\cdot\cdot} + 2\,Cl'$$

ergibt sich dementsprechend die Gleichung

$$[Pb^{\cdot\cdot}] \cdot [Cl']^2 = k_3 \; [PbCl_2] \qquad (3)$$

Nach den Untersuchungen von v. Ende ist die Konstante der ersten Dissoziation k_2 ungefähr 15 mal so gross wie k_3.

Über den Dissoziationszustand von Zinnchlorürlösungen liegen keine Beobachtungen vor, mit Ausnahme einer Abhandlung von S. W. Young[1]), welche den Nachweis erbringt, dass Zinnchlorür in konzentrierten, stark salzsauren Lösungen mit den Chlorionen komplexe Ionen von der Formel $SnCl_3'$ und $SnCl''_4$ bildet Der Dissoziationsgrad in so verdünnten Lösungen, wie sie in den oben beschriebenen Versuchen zur Anwendung kommen, ist unbekannt, doch ist es notwendig, ebenfalls wie bei allen ternären Elektrolyten und besonders beim Bleichlorid eine stufenweise Dissoziation anzunehmen, gemäss den Reaktionsgleichungen



$$SnCl_2 = SnCl^{\cdot} + Cl' \quad \text{und}$$



$$SnCl_2 = Sn^{\cdot\cdot} + 2\,Cl';$$

demgemäss liefert das Massenwirkungsgesetz die den Gleichungen (2) und (3) entsprechenden Gleichungen

$$[SnCl^{\cdot}] \cdot [Cl'] = k_4 \; [SnCl_2] \quad \text{und} \qquad (4)$$

$$[Sn^{\cdot\cdot}] \cdot [Cl']^2 = k_5 \; [SnCl_2] \qquad (5)$$

Die Zahlenwerte der Dissoziationskonstanten k_4 und k_5, die den Gehalt der Lösungen an den Ionen $Sn^{\cdot\cdot}$ und $SnCl^{\cdot}$ bedingen, sind unbekannt. Es ist aber trotzdem möglich, durch Kombination der Gleichungen 1 bis 5 eine Prüfung der Theorie an der Hand der in den Tabellen IV und V zusammengestellten Versuchsergebnisse vorzunehmen.

---

[1]) Journ. of Amer. Chem. Soc. **23**, 21 (1901).

Es ist die analytisch bestimmbare Gesammtkonzentration der Lösung von Zinn

$$c_{Sn} = [Sn^{\cdot\cdot}] + [SnCl^{\cdot}] + [SnCl_2], \tag{6}$$

und die entsprechende Gesamtkonzentration des Bleis

$$c_{Pb} = [Pb^{\cdot\cdot}] + [PbCl^{\cdot}] + [PbCl_2], \tag{7}$$

unter der Voraussetzung, dass keine merkliche Komplexbildung mit der freien Salzsäure eintritt.

Aus (1) folgt $[Sn^{\cdot\cdot}] = k_1\, [Pb^{\cdot\cdot}]$

aus (2) und (4) $[SnCl^{\cdot}] = \frac{k_4\, [SnCl_2]}{k_2\, [PbCl_2]} \cdot [PbCl^{\cdot}]$

aus (3) und (5) $[SnCl_2] = \frac{k_3}{k_5} \cdot \frac{[Sn^{\cdot\cdot}]}{[Pb^{\cdot\cdot}]} \cdot [PbCl_2]$

$$= \frac{k_3\, k_1}{k_5}\, [PbCl_2]$$

Setzt man diese Werte in (6) ein, so erhält man

$$c_{Sn} = k_1\, [Pb^{\cdot\cdot}] + \frac{k_1\, k_3\, k_4}{k_2\, k_5}\, [PbCl^{\cdot}] + \frac{k_1\, k_3}{k_5}\, [PbCl_2]. \tag{8}$$

Aus (7) folgt $[PbCl^{\cdot}] = c_{Pb} - [Pb^{\cdot\cdot}] - [PbCl_2]$, mithin aus (8)

$$c_{Sn} = k_1\, [Pb^{\cdot\cdot}] + \frac{k_1\, k_3\, k_4}{k_2\, k_5}\, c_{Pb} - \frac{k_1\, k_3\, k_4}{k_2\, k_5} \cdot [Pb^{\cdot\cdot}]$$

$$- \frac{k_1\, k_3\, k_4}{k_2\, k_5}\, [PbCl_2] + \frac{k_1\, k_3}{k_5}\, [PbCl_2], \text{ oder}$$

$$c_{Sn} = \frac{k_1\, k_3\, k_4}{k_2\, k_5} \cdot c_{Pb} + \frac{k_1}{k_2\, k_5}\, (k_2\, k_5 - k_3 \cdot k_4)\, [Pb^{\cdot\cdot}]$$

$$+ \frac{k_1 \cdot k_3}{k_2\, k_5}\, (k_2 - k_4) \cdot [PbCl_2].$$

Aus (3) folgt $[Pb^{\cdot\cdot}] = \frac{k_3\, [PbCl_2]}{Cl'^2}$, mithin

$$c_{Sn} = \frac{k_1\, k_3\, k_4}{k_2\, k_5}\, c_{Pb} + \frac{k_1\, k_3}{k_2\, k_5}\, [PbCl_2] \left(k_2 - k_4 + \frac{k_2\, k_5 - k_3\, k_4}{Cl'^2}\right) \tag{10}$$

Sind, wie bei den oben beschriebenen Versuchen, die Gleichgewichtslösungen an Bleichlorid gesättigt, so ist die Grösse $[PbCl_2]$, die Konzentration des ungespaltenen Bleichlorids, konstant. Es sind also in Gleichung (10) veränderlich nur die Grössen c_{Sn}, c_{Pb} und Cl'. Gleichung (10) nimmt daher die empirisch gefundene Form $c_{Sn} = a\, c_{Pb} + b$ an, wenn

$\frac{k_2\, k_5 - k_3\, k_4}{Cl'^2}$ klein gegen $k_2 - k_4$ ist. Das ist, wie die Erfahrung zeigt, bei Konzentrationen über 0,2 n-HCl der Fall.

Es erhalten also die Konstanten a und b folgende theoretische Bedeutung:

$$a = \frac{k_1\, k_3\, k_4}{k_2\, k_5} \text{ und}$$

$$b = \frac{k_1\, k_3}{k_2\, k_5}\, (k_2 - k_4)\, [PbCl_2].$$

Da der Zahlenwert von b negativ ist, nämlich bei 18° = — 0,0071, bei 25° = — 0,0044, so muss $k_4 > k_2$ sein, d. h. die erste Dissoziationskonstante des Zinnchlorürs ist grösser als die des Bleichlorids.

In den Lösungen, die weniger als 0,2 n.-HCl enthielten, sind die gefundenen Werte c_{Sn} durchweg kleiner als die berechneten. Daraus folgt, dass die Grösse $\frac{k_2 k_5 - k_3 k_4}{Cl'^2}$ negativ, d. h. $k_3 k_4 > k_2 k_5$ ist.

In den salzsäurereicheren Lösungen stimmt also die Theorie gut mit der Erfahrung überein. Daraus geht hervor, dass weder Bleichlorid noch Zinnchlorür in diesem Konzentrationsbereich Komplexe mit der Salzsäure oder miteinander bilden. Nur in 1 n.-HCl bei 25° scheint ersteres in geringerem Masse der Fall zu sein, was auch durch die Versuche von v. Ende (l. c.) bestätigt wird.

v. Ende hat die Grössen k_2, k_3 und $[PbCl_2]$ für 25° berechnet; man könnte daher mit Hilfe der gefundenen Werte $a_{25^\circ} = \frac{k_1 k_3 k_4}{k_2 k_5} = 3{,}72$ und

$$b_{25^\circ} = \frac{k_1 k_3}{k_2 k_5}(k_2 - k_4)\,[PbCl_2] = -\,0{,}0044$$

die Grössen k_4 und $\frac{k_1}{k_5}$ berechnen.

Doch soll hiervon Abstand genommen werden, da die v. Endesche Berechnungsweise auf zu vielen Annahmen fusst, als dass man ihr die erforderliche Sicherheit zuerteilen könnte.

Aus den Ergebnissen, zu denen die Ausfällung des Zinns durch Blei in salpetersauren Lösungen geführt hatte, hatte ich den Schluss gezogen, dass im Gleichgewichtszustand die Konzentration der Bleiionen $[Pb^{\cdot\cdot}]$ grösser ist als die der Zinnionen $[Sn^{\cdot\cdot}]$ (vgl. S. 527), dass also die Konstante k_1 kleiner als 1 ist. Es muss daher auch in salzsaurer Lösung der Gehalt an Zinnionen kleiner sein als der an Bleiionen. Da aber, wie die Tabellen IV und V zeigen, die gesamte gelöste Zinnmenge grösser ist als die des Bleis, so ergibt sich die Folgerung, dass das Zinnchlorür in saurer Lösung nur zu einem sehr geringen Betrage in zweiwertige Zinnionen dissoziiert sein kann, und zwar noch viel weniger als dies vom Bleichlorid nach v. Ende bekannt ist.

Eine experimentelle Bestätigung dieser Folgerung ergibt ein Vergleich zwischen der Löslichkeit des Bleichlorids in reinen salzsauren Lösungen und Lösungen, die Salzsäure und Zinnchlorür enthalten.

Wie Nernst[1]) gezeigt hat, muss nach dem Massenwirkungsgesetz die Löslichkeit eines Elektrolyten in Lösungen solcher Stoffe, die mit jenem ein gemeinsames Ion besitzen, kleiner sein als in reinem Wasser. In gesättigten Bleichloridlösungen z. B. müssen, wie oben ausgeführt, die Gleichungen bestehen:

$$[PbCl^{\cdot}]\cdot[Cl'] = k_2[PbCl_2] \text{ und } [Pb^{\cdot\cdot}]\cdot[Cl']^2 = k_3[PbCl_2].$$

Die Konzentration der Lösung an undissoziiertem $PbCl_2$ ist bei Gegenwart des festen Salzes unveränderlich, die Konzentrationen der Ionen $PbCl^{\cdot}$ und $Pb^{\cdot\cdot}$ müssen daher um so kleiner werden, je grösser der Gehalt der Lösungen an Cl'-Ionen wird.

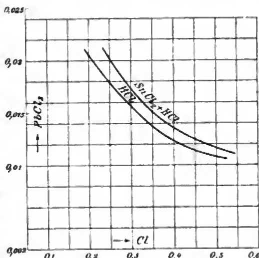
[1]) Zeitschr. f. physik. Chem. 4, 372 (1888).

Daher ist auch die Löslichkeit des Bleichlorids, d. h. die Summe $[PbCl_2] + [PbCl^{\cdot}] + [Pb^{\cdot\cdot}]$ von der Konzentration der Chlorionen, und zwar nur von dieser, abhängig. Nun ist Salzsäure in verdünnten Lösungen fast vollständig in die freien Ionen $H^{\cdot}$ und Cl' dissoziiert, sodass man den Gehalt an Chlorionen in diesen angenähert gleich der gesamten analytisch gefundenen Chlormenge setzen kann. Wäre letzteres auch in Lösungen von Salzsäure und Zinnchlorür gestattet, d. h. wäre das Zinnchlorür fast vollständig nach der Gleichung



$$SnCl_2 = Sn^{\cdot\cdot} + 2\ Cl'$$

dissoziiert, so müsste die Löslichkeit des Bleichorids in Lösungen von Salzsäure + Zinnchlorür ebenso gross sein wie in rein salzsauren Lösungen, die gleiche analytisch bestimmbare Menge Chlor enthalten. Dies ist nun, wie die Erfahrung zeigt, keineswegs der Fall. Die Löslichkeit des Bleichlorids in Salzsäure ist von v. Ende (l. c.) bei 25° bestimmt worden, die entsprechenden Werte in Lösungen von Salzsäure und Zinnchlorür sind in der zweiten und dritten Spalte der Tabelle V (S. 533) enthalten.



Trägt man nämlich die Werte für den gesamten analytisch bestimmten Chlorgehalt ($HCl + SnCl_2 + PbCl_2$) aus Tabelle V als Abszisse, den Bleigehalt der gesättigten Lösung als Ordinate auf, so erhält man die obere Kurve (Tafel II); die entsprechende Operation für die von v. Ende bestimmten Löslichkeiten ergibt die untere Kurve, die, besonders in den an Cl verdünnten Lösungen, viel tiefer verläuft.

Da, wie oben ausgeführt, die Löslichkeit des Bleichlorids nur von der Konzentration der Chlorionen abhängt, so enthalten die zinnchlorürhaltigen Lösungen bei gleichem Gesamtchlorgehalt viel weniger Chlorionen als die rein salzsauren, und zwar um so weniger, je weniger Salzsäure und je mehr Zinnchlorür sie enthalten. Mithin kann nur ein Bruchteil des Zinnchlorürs in freie Chlorionen dissoziiert sein. Da aber die primäre Dissoziation des Zinnchlorürs, gemäss der Gleichung $SnCl_2 = SnCl^{\cdot} + Cl'$ einen beträchtlichen Grad erreicht — die Dissoziationskonstante k_4 ist grösser als die entsprechende Grösse k_2 des Bleichlorids (vgl. S. 538) — so muss die zweite Dissoziation, gemäss der Gleichung $SnCl_2 = Sn^{\cdot\cdot} + 2\ Cl'$ sehr gering sein. Die Löslichkeitsbestimmungen des Bleichlorids in zinnchlorürhaltigen Lösungen führen also ebenso wie die Gleichgewichtsbestimmungen zwischen Blei und Zinn zu dem Ergebnis, dass Zinnchlorür in salzsauren Lösungen nur zu einem sehr geringen Betrage in freie zweiwertige Zinnionen dissoziiert ist.

8. Die Messung elektromotorischer Kräfte von Blei-Zinn-Elementen.

Alle vorhergehenden Versuche hatten zu dem Schluss geführt, dass Zinn edler ist als Blei, d. h. dass das Verhältnis der Lösungstension des Zinns zu der des Bleis,

die Grösse $\frac{C_{Sn}}{C_{Pb}} = k_1$ ein echter Bruch ist. Der absolute Zahlenwert dieser Konstanten hatte auf chemischem Wege nicht ermittelt werden können; wohl aber bietet sich hierzu ein Weg mit Hilfe einer elektrischen Methode.

Wie auf S. 514 gezeigt wurde, muss sich immer zwischen einem Metall und der Lösung seines Salzes eine elektrische Potentialdifferenz einstellen, und zwar ladet sich das Metall um so positiver, je edler es ist, d. h. je kleiner seine Lösungstension ist, und je grösser seine Ionenkonzentration in der Lösung ist.

Ist C_1 die elektrolytische Lösungstension des Metalles Me_1,
c_1 seine Ionenkonzentration,
n_1 seine Wertigkeit,
T die Temperatur nach absoluter Zählung,
R die Gaskonstante des Boyle-Gay-Lussacschen Gesetzes,
ε die elektrische Ladung eines Grammäquivalentes der Ionen,
so beträgt nach Nernst[1]) diese Potentialdifferenz

$$\pi_1 = \frac{RT}{n_1 \cdot \varepsilon} \cdot \ln \text{nat.} \frac{c_1}{C_1}$$

Für ein zweites Metall in der Lösung seines Salzes ist entsprechend

$$\pi_2 = \frac{RT}{n_2 \cdot \varepsilon} \cdot \ln \text{nat.} \frac{c_2}{C_2}$$

Die Potentialdifferenz an der Berührungsstelle zweier Lösungen ist, wie sich aus der von Planck[2]) abgeleiteten allgemeinen Gleichung für Flüssigkeitsketten ergibt, ausserordentlich klein, wenn die Salzlösungen annähernd gleiche Ionenkonzentrationen und ein gemeinsames Ion, z. B. gleiche Anionen enthalten, und daher in diesem Falle gegen die an den Berührungsstellen zwischen den Metallen und den Lösungen auftretenden elektromotorischen Kräfte zu vernachlässigen. Die gesamte elektromotorische Kraft (E. K.) eines galvanischen Elementes von der Form



$$Me_1 \mid c_1 (Me_1 A) \mid c_2 (Me_2 A) \mid Me_2$$

ist daher, wenn c_1 und c_2 nicht sehr verschieden sind und, wie bei Blei und Zinn, $n_1 = n_2 = 2$ ist,

$$\Pi = \pi_1 - \pi_2 = \frac{RT}{2\varepsilon} \cdot \ln \text{nat.} \left(\frac{c_1}{c_2} \cdot \frac{C_2}{C_1}\right).$$

Sind die Ionenkonzentrationen einander gleich, also $c_1 = c_2$, so wird

$$\Pi = \frac{RT}{2\varepsilon} \cdot \ln \text{nat.} \frac{C_2}{C_1}$$

also unabhängig von der Konzentration der Lösungen. Π kann direkt gemessen werden, R, T, ε sind bekannt, man erhält daher durch Potenzierung dieses Ausdruckes den Zahlenwert für die gesuchte Konstante

$$k_1 = \frac{C_1}{C_2} = e^{-\frac{2\varepsilon\Pi}{RT}},$$

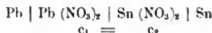
wenn Zinn als das Metall Me_1 und Blei als Me_2 betrachtet wird.

---

1) Vergl. S. 514.

2) Wied. Ann. **40**. 561 (1890).

Da die Bedingung gleicher Ionenkonzentration, d. h. gleichen Dissoziationsgrades bei gleicher Gesamtkonzentration bei Blei- und Zinnsalzen nach obigen Ausführungen (vgl. S. 527) am ehesten bei den Nitraten erfüllt ist, so wurde die E. K. von Elementen von der Form



$$Pb \mid Pb(NO_3)_2 \mid Sn(NO_3)_2 \mid Sn \qquad c_1 = c_2$$

gemessen, und es zeigte sich tatsächlich, dass dieselbe von der Konzentration c unabhängig ist, allerdings nur in sehr verdünnten Lösungen. Nur in diesen sind daher Bleinitrat und Zinnnitrat als gleich dissoziiert anzusehen.

Da die E. K. dieser Elemente wegen des geringen Unterschiedes der Lösungstensionen sehr klein sein musste, wurde sie nicht direkt gemessen, sondern die Potentialdifferenz jeder einzelnen Elektrode gegen eine Normalelektrode bestimmt und die gesuchte E. K. durch Subtraktion erhalten. Die Elemente hatten die von Ostwald-Luther[1]), empfohlene Form; als Normalelektrode diente die Kalomel-Normal-Chlorkaliumelektrode, als Verbindungsflüssigkeit $^1/_2$ normales Kaliumnitrat. Die Elemente standen in einem Luftbad, einem zylindrischen Blechtopf, der bis dicht an den Rand in einen Thermostaten von 25° eingesenkt und mit Asbestpappe bedeckt war. Die Temperatur hielt sich in demselben zwischen 24,6 und 25,0° konstant. Zur vollkommenen Isolation waren die Elektrodengefässe mit Paraffin in kleine Glaströge eingekittet.

Als Elektroden dienten Stäbe aus reinstem, von Kahlbaum bezogenem Metall. Im Falle des Bleis wurde die käufliche Ware im oberen Teil mit Asphaltlack überzogen, das Zinn, das von Kahlbaum in Barren geliefert wird, wurde in Glasröhren gegossen, der untere Teil derselben nach dem Erkalten abgesprengt und die Berührungsstelle von Metall mit Glas mit Asphaltlack verklebt. Die kupfernen Zuleitungsdrähte wurden direkt an die Elektroden angeschmolzen. Zur weiteren Reinigung wurden die Metallstäbe 24 Stunden lang in die konzentrierte Lösung ihres Nitrates kurz geschlossen gestellt, mit einem scharfen Messer blank geputzt und mit einem trockenen Tuche abgewischt. Nach dieser Behandlung differierten die Bleielektroden um weniger als 1 Millivolt, die Zinnelektroden um höchstens 2 Millivolt. Im allgemeinen zeigten sich die Potentiale der Zinnelektroden nicht ganz so konstant wie die der Bleielektroden; die Einstellung erfolgte in beiden Fällen sehr rasch.

Zur Messung der E. K. bediente ich mich der bekannten Dubois-Reymond-Poggendorfschen Kompensationsmethode. Als Nullinstrument diente ein Kapillarelektrometer mit vertikaler Kapillare, als Vergleichselement ein Akkumulator, dessen E. K. von Zeit zu Zeit mit einem von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geprüften Westonelement verglichen wurde. Die Abzweigung erfolgte am Rädchenkontakt einer Wheatstoneschen Brücke in Walzenform.

Die konzentrierteste Bleinitratlösung war 0,724 äquivalentnormal, die Zinnnitratlösung, die auf die beschriebene Weise (Seite 525) hergestellt war, 0,723 äquivalentnormal. Sie enthielt kein vierwertiges Zinn, war aber schwach basisch, da eine

[1]) Hand- und Hilfsbuch, 1902, S. 377.

Titration mit $^1/_2$-norm. Kalilauge eine Normalität von 0,695 an gebundener Salpetersäure ergab (vergl. S. 626). Die Verdünnungen wurden mit luftfreiem Wasser ausgeführt.

Die folgende Tabelle VI enthält die Ergebnisse der Messungen, nämlich die elektromotorischen Kräfte der Elemente

Blei — Bleinitrat — Normalelektrode und Zinn — Zinnnitrat — Normalelektrode.

Tabelle VII enthält die aus ihnen durch Subtraktion gefundenen elektromotorischen Kräfte des Elementes

Blei — Bleinitrat — Zinnnitrat — Zinn.

Tabelle VI.

Konzentration des Nitrates in Grammäquivalenten im Liter	E. K. von Blei-Bleinitrat — Normalelektrode π_1	E. K. von Zinn-Zinnnitrat — Normalelektrode π_2
0,72	0,438 Volt	0,432*) Volt
	0,438 „	0,433*) „
		0,432*) „
		0,433*) „
	Mittel **0,438** „	**0,433** „
0,10	0,455 „	0,440 „
	0,456 „	0,439 „
	„ **0,456** „	**0,440** „
0,022	0,472 „	0,432 „
	0,471 „	0,434 „
	0,472 „	0,435 „
		0,434 „
	„ **0,472** „	**0,434** „
0,0072	0,488 „	0,450 „
	0,486 „	0,454 „
	0,488 „	0,453 „
	„ **0,487** „	**0,452** „

Tabelle VII.

Konzentration des Nitrates	E. K. von Blei-Bleinitrat — Zinnnitrat-Zinn $\Pi = \pi_1 - \pi_2$
0,72	0,438 — 0,433 = 0,005 Volt
0,10	0,456 — 0,440 = 0,016 „
0,022	0,472 — 0,434 = 0,038 „
0,0072	0,487 — 0,452 = 0,035 „

*) Die mit diesem Zeichen angemerkten Werte bei den konzentrierten Zinnnitratlösungen sind Anfangswerte. Dieselben blieben nie konstant, sondern sanken in einigen Stunden kontinuierlich um mehrere Millivollt. Da sie aber bei Benutzung verschiedener Elektroden, übereinstimmend erhalten wurden, sind sie wohl als die richtigen anzusehen.

Die Kalomelelektrode ist immer Anode; mithin zeigt sich Zinn positiver, also edler, als Blei. Die elektromotorische Kraft Π ist nur in den sehr verdünnten Lösungen ($c < 0,02$) angenähert konstant, im Mittel = 0,0365 Volt. In konzentrierten Lösungen ist sie geringer; demzufolge enthält in ihnen das Zinnnitrat weniger zweiwertige Sn-Ionen, als das Bleinitrat Pb-Ionen.

Die numerische Ausrechnung ergibt:

$$\text{Es war } k_1 = \frac{C_{Sn}}{C_{Pb}} = e^{\frac{-2\varepsilon\Pi}{RT}}$$

$$\text{oder } \Pi = \frac{-RT}{2\varepsilon} \ln \text{nat}\, k_1 = 0,0365 \text{ Volt}$$

$$\text{und } \lg_{10} \cdot k_1 = \frac{-2\varepsilon}{R \cdot T} \cdot 0,0365 \cdot 0,4343 \cdot \text{Volt.}$$

Es ist $T = 273 + 25 = 298$

$\frac{R}{\varepsilon} = 0,861 \cdot 10^{4}$ in absoluten c. g. s. Einheiten[1]), also $= 0,861 \cdot 10^{-4}$ Volt,

da 1 Volt = 10^{8} c. g. s. Einheiten ist,

$$\text{mithin } \lg_{10} k_1 = \frac{-2 \cdot 0,4343 \cdot 0,0365}{0,861 \cdot 10^{-4} \cdot 298}$$

$$= -1,2357,$$

$$k_1 = 0,0581 \text{ und } \frac{1}{k_1} = 17,2.$$

Beim Gleichgewicht zwischen Blei und Zinn müssen demnach 17,2 mal soviel Bleiionen als Zinnionen vorhanden sein.

Über die Genauigkeit dieses Zahlenwertes gibt die Überlegung Aufschluss, dass eine Unsicherheit der elektromotorischen Kraft um ± 0,005 Volt, die wohl als höchster möglicher Fehler zu betrachten ist, ein Schwanken des Wertes $\frac{1}{k_1}$ zwischen 12 und 25 bedingen würde.

Zusammenfassung.

Es wurde nach einer kurzen Darstellung der Nernstschen Theorie der Ausfällung eines Metalles durch ein andres gezeigt,

1. dass in essigsaurer Lösung Blei fast vollständig durch Zinn,
2. in salpetersaurer Lösung umgekehrt Zinn fast vollständig durch Blei ausgefällt wird, und dass
3. in schwefelsaurer und salzsaurer Lösung sich ein Gleichgewichtszustand zwischen Blei und Zinn einstellt, an dem die Salze beider Metalle mit endlichen Konzentrationen beteiligt sind.

Die Gleichgewichtskonzentrationen in salzsaurer Lösung wurden bei wechselndem Gehalt an freier Säure bestimmt, und es ergab sich gute Übereinstimmung zwischen

---

[1]) **Nernst, Lehrb. d. theor. Chem. 3. Aufl. 664.**

der Erfahrung und einer aus der Nernstschen Theorie und dem Massenwirkungsgesetz abgeleiteten Gleichgewichtsgleichung.

Eine widerspruchsfreie Erklärung für diese sich scheinbar widersprechenden Ausfällungserscheinungen in den verschiedenen Säuren gelingt auf Grund der Annahme, dass Blei eine grössere Lösungstension hat als Zinn, also unedler ist als dieses, und dass die Zinnoxydulsalze mit Ausnahme des Nitrates nur zu einem geringen Betrage in freie Zinnionen dissoziiert sind.

Durch die Messung der elektromotorischen Kräfte an galvanischen Elementen von der Form: Blei — Bleinitrat — Zinnnitrat — Zinn wurde gefunden, dass die elektrolytische Lösungstension des Bleis ca. 17,2 mal grösser ist als die des Zinns.

In einer zweiten Mitteilung soll die Veränderung des Gleichgewichtszustandes durch die Gegenwart von Blei-Zinnlegierungen behandelt werden.

Vorstehende Untersuchungen wurden im chemischen Laboratarium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes auf Anregung und unter Leitung des Direktors Herrn Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Theodor Paul ausgeführt. Demselben statte ich auch an dieser Stelle für das der Arbeit entgegengebrachte Interesse meinen aufrichtigen Dank ab.

Eine neue Methode zur Bestimmung des Kokosnussfettes in der Butter.

Von

Dr. Eduard Polenske,

technischem Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Bei der Bestimmung der flüchtigen, in Wasser löslichen Fettsäuren, der Reichert Meisslschen Zahl[1]), gehen auch höhere flüchtige Fettsäuren, besonders Capron-, Capryl- und Caprinsäure in das Destillat über. Diese Säuren lösen sich nicht in dem Destillate, sondern sie schwimmen teilweise auf dessen Oberfläche, teilweise bleiben sie an den Wänden des Kühlrohrs hängen. Sobald reine Butter vorliegt, stellt, bei guter Kühlung, der auf die Oberfläche des Destillats gelangende Anteil dieser ungelösten Säuren entweder flüssige Öltropfen dar, oder er ist mehr oder weniger erstarrt. Wird nun die Vorlage mit dem Destillate von 110 ccm zur Abkühlung zehn Minuten lang in Wasser von 15° gestellt, so erstarren die Öltropfen bei niedrigeren RMZ. in der Regel zu einer festen, bei höheren RMZ. zu einer halbweichen undurchsichtigen Masse. Enthält dagegen die Butter zehn und mehr Prozente Kokosnussfett, dann erstarren unter gleichen Bedingungen die auf der Oberfläche des Destillats schwimmenden Öltropfen nicht mehr.

Auch wurde noch die weniger charakteristische Beobachtung gemacht, dass Butter, besonders solche mit niedriger RMZ., meistens ein fast klares Destillat gibt; bei Gegenwart von Kokosnussfett ist das Destillat, je nach der zugesetzten Menge dieses Fettes, mehr oder weniger trübe.

Bei weiterem Verfolg dieser Vorgänge ergab die quantitative Bestimmung der ungelösten flüchtigen Fettsäuren, die durch Titrieren in alkoholischer Lösung mit $\frac{n}{10}$ Barytlauge ausgeführt wurde, dass in den verschiedenen Butterproben die zur Neutralisation dieser Säuren erforderliche Anzahl Kubikzentimeter Lauge zur RMZ. in einem korrespondierenden Verhältnis standen. Besass die Butter eine niedrigere RMZ., so enthielt das Destillationsprodukt auch eine verhältnismässig geringere Menge ungelöster Säure, die sich bei ansteigenden RMZ. mit ziemlicher Regelmässigkeit vergrösserte. Nur bei höheren RMZ. als 27 machte sich ein erheblich stärkeres Ansteigen der unlöslichen flüchtigen Fettsäuren bemerkbar. Da durch zahlreiche Wiederholungen der Versuche das gegenseitige Verhältnis der beiden flüchtigen Säuregruppen, auf welches sich das neue Verfahren stützt, nicht erschüttert werden konnte, so wird in der Folge diejenige Anzahl Kubikzentimeter $\frac{n}{10}$ Lauge, welche zur Neutralisation derjenigen Menge ungelöster, flüchtiger Fettsäuren nötig ist, die sich in

[1]) Die Reichert Meissl'sche Zahl wird ferner in dieser Abhandlung abgekürzt: RMZ. bezeichnet werden.

dem Kühlrohre und in dem Destillate von 110 ccm befinden, als „neue Butterzahl", abgekürzt: „nBZ." bezeichnet werden. Nachdem durch Versuche festgestellt worden war, dass unter gleichen Bedingungen, ebenso wie die löslichen Fettsäuren, auch stets sich annähernd gleich bleibende Mengen von den ungelösten flüchtigen Säuren in das Destillat von 110 ccm übergingen, so wurde von der umständlicheren Fortsetzung der Destillation behufs Gewinnung eines grösseren Teils oder gar der gesamten in 5 g Butter vorhandenen flüchtigen Säuren Abstand genommen. Somit liess sich dies neue Verfahren mit der Bestimmung der RMZ. zu einer Operation verbinden. Über diesen Gegenstand haben bereits Reychler und Wauters Arbeiten veröffentlicht, die mit unserem Verfahren in einem gewissen Zusammenhange stehen; dieselben werden am Schlusse dieser Arbeit eingehender besprochen werden.

Unsere Versuche ergaben nun, dass Butter eine hohe RMZ. und eine sehr niedrige nBZ. und Kokosnussfett, entgegengesetzt, eine niedrige RMZ. und eine sehr hohe nBZ. besitzt.

31 verschiedene Butterproben besassen RMZ. von 23,3—30,1,
und nBZ. von 1,5— 3,0,
4 verschiedene Proben Kokosnussfett besassen RMZ. von 6,8— 7,7,
und nBZ. von 16,8—17,8.

Bei den Kokosnussfetten war die korrespondierende nBZ. ziemlich konstant. Wenn nun Butter mit Kokosnussfett gefälscht ist, so muss durch dies Fälschungsmittel die RMZ. erniedrigt und die nBZ. erhöht werden.

Durch das neue Verfahren sollten folgende drei Fragen gelöst werden:

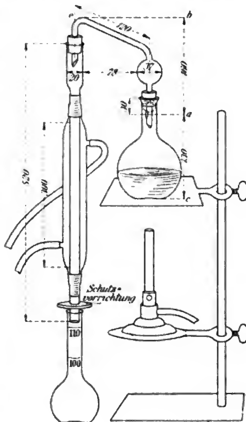
1. Ob die nBZ. mit ihren korrespondierenden RMZ. in reiner Butter stets in solchem konstanten Verhältnis zu einander stehen, dass sie erkennen lassen, ob die Butter mit Kokosnussfett gefälscht ist, oder nicht;
2. Ob dies gegenseitige Verhältnis beider Zahlen schon bei Fälschungen der Butter mit 10 Prozent Kokosnussfett so stark verschoben wird, dass die Fälschung ohne Zweifel erkannt werden kann;
3. Ob sich dies Fälschungsmittel auch quantitativ in der Butter bestimmen lässt.

Das neue Verfahren unterscheidet sich in keiner Weise von dem, welches zur Bestimmung der RMZ., bei senkrechter Kühlvorrichtung angewandt wird. Unsere Versuche haben jedoch ergeben, dass die nachfolgende Vorschrift zur Ausführung des Verfahrens genau zu befolgen ist, um übereinstimmende Resultate zu erhalten. Besonders ist darauf zu achten, dass Höhe und Grösse des Destillierkolbens, sowie Form, Masse und Sitz des Kugelaufsatzes sich der beigegebenen Zeichnung möglichst genau anpassen. An seinem untern Ende ist der Kugelaufsatz, von Jenaer Glas, mit einer Seitenöffnung versehen. Die Kugel hat einen Durchmesser von 3,7 cm, das Glasrohr einen solchen von 1 cm, bei einer Wandstärke von 1 mm. Ferner ist nur die Glyzerinverseifung auszuführen und die Destillationszeit auf 19 bis 21 Minuten zu beschränken. Anstatt der üblichen 3—4 Bimssteinstückchen ist eine breite Messerspitze voll groben Bimssteinpulvers zu benutzen, wodurch ein gleichmässigeres Sieden veranlasst wird. Die Bestimmung ist zweckmässig bei einer Aussentemperatur von etwa 18—22° auszuführen.

Ausführung des neuen Verfahrens zum Nachweis von Kokosnussfett in der Butter.

5 g klar filtriertes Butterfett,
20 g Glyzerin und
2 ccm Natronlauge (1 : 1)

werden durch Erhitzen über der Flamme in einem Kolben von Jenaer Glas mit der eingebrannten Marke „300" verseift. Zur halberkalteten, noch flüssigen Seife werden 90 ccm Wasser gefügt und das Ganze durch Erwärmen auf dem Wasserbade auf etwa 50° in Lösung gebracht. Die Lösung muss klar, fast farblos oder nur schwach gelblich gefärbt sein.



Alte, vertalgte und ranzige Fette, die eine braune Seifenlösung geben, sind von der Untersuchung auszuschliessen. Die heisse Seifenlösung wird mit 50 ccm verdünnter Schwefelsäure (25 ccm H_2SO_4: 1 l) und einer Messerspitze voll groben Bimssteinpulvers versetzt; dann wird nach sofortigem Verschluss zur Destillation geschritten. Die Gasflamme ist vorher so zu regulieren, dass innerhalb 19—21 Minuten 110 ccm Destillat erhalten werden. Die Kühlung ist derart zu regulieren, dass das Destillat keineswegs warm in die Vorlage tropft, sondern eine Temperatur von etwa 20 bis 23° besitzt. Alle bisher gestellten Bedingungen weichen von denen nicht ab, die bei der Bestimmung der RMZ. einzuhalten sind. Sobald das Destillat die 110 ccm-Marke der Vorlage erreicht hat, wird die Gasflamme gelöscht und die Vorlage durch einen kleinen Masszylinder von 25 ccm Inhalt ersetzt. Ohne vorher das Destillat zu mischen, stellt man den Kolben so tief in Wasser von 15°, dass sich die 110-Marke etwa 3 cm unterhalb der Oberfläche des Kühlwassers befindet. Nach Verlauf von fünf Minuten bewegt man den Kolbenhals im Wasser mehrmals nur so stark, dass die auf der Oberfläche des Destillats schwimmenden Öltropfen an die Wandungen des Halses gelangen. Nach zehn Minuten stellt man den Aggregatzustand der auf der Oberfläche des Destillats schwimmenden Säuren fest und zwar, ob sie 1. eine feste, oder halbweiche, formlose Masse bilden, oder ob sie 2. aus flüssigen runden Öltropfen bestehen. Hierauf wird das Destillat in dem mit Glasstopfen verschlossenen Kolben durch vier- bis fünfmaliges Umkehren desselben, unter Vermeidung starken Schüttelns, gemischt und 100 ccm zur Bestimmung der RMZ. abfiltriert. Das hierzu benutzte Filter von 8 cm Durchmesser wird vorher im Trichter mit Wasser angefeuchtet und

darin getrocknet, wobei es die Trichterform beibehält und an den Wandungen des Trichters glatt anliegt. Um die lösliche Säure ganz zu entfernen, lässt man den Rest des wässrigen Destillats zunächst abtropfen und wäscht den Filterinhalt dreimal nacheinander mit je 15 ccm Wasser. Mit diesem Waschwasser wird vorher dreimal nacheinander zuerst das Kühlrohr, dann der Masszylinder und zuletzt der 110 ccm-Kolben nachgewaschen. Wenn diese dreimaligen Waschungen ausgeführt werden, so ist die lösliche Säure soweit beseitigt, dass 10 ccm des zuletzt abfliessenden Waschwassers durch einen Tropfen $\frac{n}{10}$ Barytlauge neutralisiert werden. Dieselben Nachspülungen werden in gleicher Weise dreimal mit je 15 ccm neutralem 90prozentigem Alkohol wiederholt, wobei Verluste der Flüssigkeit zu vermeiden sind; das Filter wird erst dann von neuem gefüllt, wenn die vorangegangene Füllung durchfiltriert ist. Das gesamte alkoholische Filtrat wird nach Zusatz von drei Tropfen Phenolphtaleïnlösung mit $\frac{n}{10}$ Barytlauge bis zur bleibenden Rötung titriert. Die Zahl der hierbei verbrauchten Kubikzentimeter Lauge stellt die mit der vorher gefundenen RMZ. korrespondierende nBZ. der Butter dar.

In Kürze beruht somit das neue Verfahren

1. auf der Bestimmung der RMZ.,
2. „ „ „ „ nBZ.,
3. „ „ Feststellung des Aggregatzustandes der ungelösten auf der Oberfläche des Destillats schwimmenden flüchtigen Fettsäuren bei 15°.

Nach diesem Verfahren wurden 31 reine Butterproben und Gemische derselben mit 10, 15, 20 und in einigen Fällen auch 30% Kokosnussfettzusatz untersucht. Die Butterproben waren zur Prüfung des Verfahrens insofern sehr geeignet, als sie RMZ. von 23,3 aufwärts bis 30,1 besassen und daher die jetzt bei reiner Butter beobachteten Grenzwerte dieser Zahlen nach oben und unten nahezu erreichten. Bei einer Butter mit höherer RMZ. als 30 ist die Fälschung mit 10% Kokosnussfett wohl ausgeschlossen. Mehr Beachtung verdient Butter mit niedrigerer RMZ. als 23,3 schon deshalb, weil solche Butter mit Recht als der Fälschung verdächtig erscheint. Es ist jedoch nicht in Abrede zu stellen, dass besonders Butter von Kühen, die mit Kraftmehlen (Baumwollsamenmehl usw.) genährt werden, niedrigere RMZ. als 23,3 besitzen kann, wie dies auch schon von verschiedenen Seiten beobachtet worden ist. Da uns ein solches Material nicht zur Verfügung stand, so wurde es vor der Hand dadurch künstlich geschaffen, dass die reine Butterprobe (Tabelle Aa IV) mit der RMZ. 23,3 mit je 5, 10 und 15% Sesamöl gemischt wurde. Diese drei Mischungen, welche in der Tabelle Aa, Nr. I, II, III als reine Butter figurieren, besassen die RMZ. von bezw. 22,5, 21,1 und 19,9 und nBZ. von bezw. 1,5, 1,4 und 1,35.

Im Hinblick auf das gegenseitige Verhältnis beider korrespondierenden Zahlen der reinen Butterproben ist nach unserm Erachten kaum anzunehmen, dass reine Butter mit RMZ. von 19,9 bis 22,5 andere korrespondierende nBZ. besitzen würde, als diese drei Gemische sie besassen. Das Kokosnussfett, mit welchem die Buttermischungen hergestellt wurden, besass eine RMZ. von 6,8 und eine nBZ. von 17.

Die hierbei erhaltenen Untersuchungsergebnisse befinden sich in der nachfolgenden Tabelle A.

Tabelle A.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k
Nr. des Versuchs	Reine Butter. Nr. der Probe	Zusatz von Kokosnussfett zur Butter %	RMZ.	nBZ.	Erhöhung der nBZ. der reinen Butter durch folgende Zusätze von Kokosnussfett um: 10 %	15 %	20 %	30 %	Aggregatzustand der ungelösten flüchtigen Fettsäuren bei 15°	Berechnung: Die Erhöhung der nBZ. um 0,1 entspricht 1% Kokosnussfett
1	I[1])	0	19,9	1,35	—	—	—	—	fest	
2	„	10	18,7	2,4	1,05	—	—	—	flüssig	2,4 — 1,35 = 1,05 = 10,5 %
3	„	15	18,1	2,9	—	1,55	—	—	desgl.	2,9 — 1,35 = 1,55 = 15,5 %
4	„	20	17,6	3,3	—	—	2,05	—	desgl.	3,3 — 1,35 = 1,95 = 19,5 %
5	II[2])	0	21,1	1,4	—	—	—	—	fest	
6	„	10	19,7	2,3	0,9	—	—	—	flüssig	10 %
7	„	15	19,2	3,0	—	1,6	—	—	desgl.	17 „
8	„	20	18,5	3,55	—	—	2,15	—	desgl.	22 „
9	III[3])	0	22,5	1,5	—	—	—	—	fest	
10	„	10	21,0	2,5	1,0	—	—	—	flüssig	11 %
11	„	15	20,4	2,9	—	1,4	—	—	desgl.	16 „
12	„	20	19,8	3,5	—	—	2,0	—	desgl.	22 „
13	IV	0	23,3	1,6	—	—	—	—	fest	
14	„	10	22,0	2,5	0,9	—	—	—	flüssig	10 %
15	„	15	21,5	3,1	—	1,5	—	—	desgl.	17 „
16	„	20	21,0	3,7	—	—	2,1	—	desgl.	23 „
17	V	0	23,4	1,5	—	—	—	—	fest	
18	„	10	22,3	2,4	0,9	—	—	—	flüssig	9 %
19	„	15	21,7	3,1	—	1,6	—	—	desgl.	17 „
20	„	20	21,2	3,7	—	—	2,2	—	desgl.	23 „
21	VI	0	23,6	1,7	—	—	—	—	fest	
22	„	10	22,5	2,5	0,8	—	—	—	flüssig	10 %
23	„	15	21,9	3,3	—	1,6	—	—	desgl.	18 „
24	„	20	21,4	4,0	—	—	2,3	—	desgl.	26 „
25	VII	0	24,5	1,6	—	—	—	—	fest	
26	„	10	23,3	2,5	0,9	—	—	—	flüssig	9 %
27	„	15	22,4	3,1	—	1,5	—	—	desgl.	16 „
28	„	20	21,7	3,7	—	—	2,1	—	desgl.	22 „
29	„	30	20,1	6,0	—	—	—	4,4	desgl.	
30	VIII	0	24,7	1,7	—	—	—	—	fest	
31	„	10	23,8	2,9	1,2	—	—	—	flüssig	12 %
32	„	15	22,9	3,5	—	1,8	—	—	desgl.	19 „
33	„	20	22,1	3,9	—	—	2,2	—	desgl.	24 „
34	IX	0	24,8	1,7	—	—	—	—	fest	
35	„	10	23,5	2,7	1,0	—	—	—	flüssig	10 %
36	„	15	22,7	3,2	—	1,5	—	—	desgl.	17 „

[1]) Reine Butter Nr. IV mit 15 % Sesamöl.
[2]) „ „ „ „ 10 % „
[3]) „ „ „ „ 5 % „

Nr. des Versuchs	a Reine Butter. Nr. der Probe	b Zusatz von Kokosnussfett zur Butter %	c RMZ.	d nBZ.	e Erhöhung der nBZ. der reinen Butter durch folgende Zusätze von Kokosnussfett um: 10 %	f 15 %	g 20 %	h 30 %	i Aggregatzustand der ungelösten flüchtigen Fettsäuren bei 15°	k Berechnung: Die Erhöhung der nBZ. um 0,1 entspricht 1 % Kokosnussfett
37	X	0	24,8	1,6	—	—	—	—	fest	
38	„	10	23,4	2,5	0,9	—	—	—	flüssig	9 %
39	„	15	22,8	3,0	—	1,4	—	—	desgl.	13 „
40	„	20	22,1	3,6	—	—	2,0	—	desgl.	21 „
41	XI	0	25,0	1,8	—	—	—	—	fest	
42	„	10	23,0	2,7	1,1	—	—	—	flüssig	11 %
43	„	15	22,3	3,1	—	1,5	—	—	desgl.	16 „
44	„	20	21,8	3,6	—	—	2,0	—	desgl.	22 „
45	XII	0	25,1	1,6	—	—	—	—	fest	
46	„	10	23,5	2,5	0,9	—	—	—	flüssig	9 %
47	„	15	23,1	3,0	—	1,4	—	—	desgl.	15 „
48	„	20	22,5	3,8	—	—	2,2	—	desgl.	23 „
49	XIII	0	25,2	1,6	—	—	—	—	fest	
50	„	10	23,4	2,6	1,0	—	—	—	flüssig	11 %
51	„	15	22,9	3,0	—	1,4	—	—	desgl.	15 „
52	„	20	22,3	3,7	—	—	2,1	—	desgl.	22 „
53	XIV	0	25,3	1,8	—	—	—	—	fest	
54	„	10	24,0	2,9	1,1	—	—	—	flüssig	13 %
55	„	15	23,5	3,5	—	1,7	—	—	desgl.	19 „
56	„	20	22,6	3,8	—	—	2,0	—	desgl.	23 „
57	XV	0	25,4	1,9	—	—	—	—	fest	
58	„	10	24,2	3,0	1,1	—	—	—	flüssig	13 %
59	„	15	23,7	3,6	—	1,7	—	—	desgl.	19 „
60	„	20	22,6	4,1	—	—	2,2	—	desgl.	26 „
61	„	30	20,8	6,1	—	—	—	4,2	desgl.	
62	XVI	0	25,6	1,7	—	—	—	—	fest	
63	„	10	24,1	2,7	1,0	—	—	—	flüssig	10 %
64	„	15	23,3	3,1	—	1,4	—	—	desgl.	15 „
65	„	20	22,7	3,7	—	—	2,0	—	desgl.	22 „
66	XVII	0	25,4	1,7	—	—	—	—	fest	
67	„	10	23,8	2,6	0,9	—	—	—	flüssig	9 %
68	„	15	23,0	3,1	—	1,4	—	—	desgl.	15 „
69	XVIII	0	26,2	1,9	—	—	—	—	fest	
70	„	10	25,0	3,1	1,2	—	—	—	flüssig	13 %
71	„	15	24,2	3,6	—	1,7	—	—	desgl.	19 „
72	„	20	23,6	4,0	—	—	2,1	—	desgl.	23 „
73	XIX	0	26,5	1,9	—	—	—	—	fest	
74	„	10	25,0	2,9	1,0	—	—	—	flüssig	11 %
75	„	15	24,1	3,5	—	1,6	—	—	desgl.	18 „
76	„	20	23,2	4,1	—	—	2,2	—	desgl.	25 „

Nr. des Versuchs	a Reine Butter. Nr. der Probe	b Zusatz von Kokosnussfett zur Butter %	c RMZ.	d nBZ.	e Erhöhung der nBZ. der reinen Butter durch folgende Zusätze von Kokosnussfett 10 %	f 15 %	g 20 %	h 30 % um:	i Aggregatzustand der ungelösten flüchtigen Fettsäuren bei 15°	k Berechnung: Die Erhöhung der nBZ. um 0,1 entspricht 1 % Kokosnussfett
77	XX	0	26,6	1,8	—	—	—	—	fest	
78	„	10	25,4	2,9	1,1	—	—	—	flüssig	11 %
79	„	15	24,6	3,3	—	1,5	—	—	desgl.	16 „
80	„	20	23,9	3,8	—	—	2,0	—	desgl.	21 „
81	„	30	22,2	6,2	—	—	—	4,4	desgl.	
82	XXI	0	26,7	2,0	—	—	—	—	fest	
83	„	10	25,2	3,2	1,2	—	—	—	flüssig	14 „
84	„	15	24,5	3,6	—	1,6	—	—	desgl.	19 „
85	„	20	23,7	4,2	—	—	2,2	—	desgl.	25 „
86	XXII	0	26,8	2,0	—	—	—	—	fest	
87	„	10	24,8	3,0	1,0	—	—	—	flüssig	13 „
88	„	15	24,2	3,4	—	1,4	—	—	desgl.	17 „
89	„	20	23,5	4,0	—	—	2,0	—	desgl.	23 „
90	XXIII	0	26,9	2,1	—	—	—	—	fest	
91	„	10	25,2	2,9	0,8	—	—	—	flüssig	11 „
92	„	15	24,1	3,6	—	1,5	—	—	desgl.	19 „
93	„	20	23,2	4,2	—	—	2,1	—	desgl.	26 „
94	XXIV	0	26,9	1,9	—	—	—	—	fest	
95	„	10	24,9	2,9	1,0	—	—	—	flüssig	12 „
96	„	15	24,0	3,3	—	1,4	—	—	desgl.	19 „
97	„	20	23,3	4.0	—	—	2,1	—	desgl	24 „
98	XXV	0	27,5	1,9	—	—	—	—	fest	
99	„	10	25,7	2,7	0,8	—	—	—	flüssig	9 „
100	„	15	24,9	3,3	—	1,4	—	—	desgl.	16 „
101	„	20	24,0	3,9	—	—	2.0	—	desgl.	22 „
102	XXVI	0	27,8	2,2	—	—	—	—	fest	
103	„	10	26,0	3,1	0,9	—	—	—	flüssig	12 „
104	„	15	25,0	3,7	—	1,5	—	—	desgl.	19 „
105	XXVII	0	28,2	2,3	—	—	—	—	fest	
106	„	10	26,1	3,1	0,8	—	—	—	flüssig	12 „
107	„	15	25,1	3,8	—	1,5	—	—	desgl.	20 „
108	„	20	24,5	4,4	—	—	2,1	—	desgl.	27 „
109	XXVIII	0	28,4	2,3	—	—	—	—	fest	
110	„	10	26,5	3,5	1,2	—	—	—	flüssig	15 „
111	„	15	25,7	4,0	—	1,7	—	—	desgl.	22 „
112	„	20	25,1	4,5	—	—	2,2	—	desgl.	27 „
113	XXIX	0	28,8	2,2	—	—	—	—	halb weich	
114	„	10	26,8	3,3	1,1	—	—	—	flüssig	13 „
115	„	15	26,0	3,9	—	1,7	—	—	desgl.	20 „
116	XXX	0	28,8	2,5	—	—	—	—	halb weich	
117	„	10	27,1	3,5	1,0	—	—	—	flüssig	14 „
118	„	15	26,3	4,0	—	1,5	—	—	desgl.	21 „
119	„	20	25,4	4,7	—	—	2,2	—	desgl.	28 „

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	i
Nr. des Versuchs	Reine Butter. Nr. der Probe	Zusatz von Kokosnussfett zur Butter %	RMZ.	nBZ.	Erhöhung der nBZ. der reinen Butter durch folgende Zusätze von Kokosnussfett 10 % um:	15 %	20 %	30 %	Aggregatzustand der ungelösten flüchtigen Fettsäuren bei 15°	Berechnung: Die Erhöhung der nBZ. um 0,1 entspricht 1% Kokosnussfett
120	XXXI	0	29,4	2,6	—	—	—	—	halb weich	
121	„	10	27,6	3,8	1,2	—	—	—	flüssig	16 %
122	„	15	26,9	4,2	—	1,6	—	—	desgl.	22 „
123	XXXII	0	29,6	2,8	—	—	—	—	halb weich	
124	„	10	27,5	3,8	1,0	—	—	—	flüssig	16 „
125	„	15	26,2	4,2	—	1,4	—	—	desgl.	22 „
126	„	20	25,5	4,9	—	—	2,1	—	desgl.	31 „
127	XXXIII	0	29,5	2,5	—	—	—	—	halb weich	
128	„	10	27,4	3,5	1,0	—	—	—	flüssig	15 „
129	„	15	26,6	4,1	—	1,6	—	—	desgl.	21 „
130	„	20	25,4	4,7	—	—	2,2	—	desgl.	29 „
131	„	30	23,9	6,2	—	—	—	3,7	desgl.	
132	XXXIV	0	30,1	3,0	—	—	—	—	halb weich	
133	„	10	27,8	3,8	0,8	—	—	—	flüssig	16 „
134	„	15	26,9	4,4	—	1,4	—	—	desgl.	24 „
135	„	20	26,2	5,0	—	—	2,0	—	desgl.	31 „
			Maximum:		1,2	1,8	2,2	4,4		
			Minimum:		0,8	1,4	1,9	3,7		
			Mittel:		1,0	1,6	2,15	4,05		
	Reines Kokosnussfett-									
Probe	A		7,7	17,8						
„	B		6,9	17,2						
„	C		6,8	16,8						
„	D		6,8	17,0						

Aus den Untersuchungsergebnissen der Tabelle A ergibt sich folgendes:

1. Bei reinen Butterfetten erhöht sich die nBZ. mit der ansteigenden RMZ; Bei RMZ. von 20—30 liegen die nBZ innerhalb der Grenzen von nahezu 1,3—3,0.

2. Zusätze von 10% Kokosnussfett erhöhen die nBZ. im Mittel ungefähr um 1,0
„ „ 15 „ „ „ „ „ „ „ „ „ 1,6
„ „ 20 „ „ „ „ „ „ „ „ „ 2,1

3. Die nBZ. der Butter wird durch den Zusatz von 1% Kokosnussfett ungefähr um 0,1 erhöht. Dies trifft zu bei Zusätzen bis zu 20% Kokosnussfett. Darüber hinaus findet eine stärkere Erhöhung der nBZ. statt.

Für die qualitative Beurteilung erschien es zweckmässig, die beiden korre-

spondierenden Zahlen der 34 Butterproben in übersichtlichere, abgerundete Gruppen zusammenzufassen, wie es in Tabelle B Spalte 1 und 2 geschehen ist.

Tabelle B.

1	2	3
RMZ.	nBZ.	Höchst zulässige nBZ. für die qualitative Beurteilung
20—21	1,3—1,4	1,9
21—22	1,4—1,5	2.0
22—23	1,5—1,6	2,1
23—24	1,6—1,7	2,2
24—25	1,7—1,8	2,3
25—26	1,8—1,9	2,4
26—27	1,9—2,0	2,5
27—28	2,0—2,2	2,7
28—29	2,2—2,5	3,0
29—30	2,5—3,0	3,5

Sobald nun eine Butter eine höhere nBZ. (Tabelle B, Spalte 2) besitzt, als ihr nach der korrespondierenden RMZ. (Tabelle B Spalte 1) zukommt, so müsste sie nach unseren Untersuchungsergebnissen mit Kokosnussfett gefälscht sein. Da jedoch diese nBZ. nur aus unseren Versuchen sich ergeben haben und anderweitig noch zu bestätigen sind, so erscheint es zweckmässig, sie um 0,5, entsprechend einem Zusatze von 5% Kokosnussfett zu erhöhen und als höchst zulässige nBZ. diejenigen der Tabelle B, Spalte 3 für die qualitative Beurteilung der Butter in Rechnung zu setzen. Werden diese erhöhten nBZ. überschritten, so kann die Butter als mit Kokosnussfett gefälscht, angesehen werden, denn ausser der Kakaobutter und dann Palmkernfett besitzen die übrigen Fette nicht die hier in Betracht kommenden Eigenschaften des Kokosnussfettes.

Auch auf Grundlage der erhöhten nBZ werden in der Tabelle A die mit 10% Kokosnussfett gemischten Butterproben noch sicher erkannt.

Nach diesen Untersuchungsergebnissen ist man unseres Erachtens nach wohl zu der Annahme berechtigt, dass die anfangs gestellten beiden ersten Fragen durch das neue Verfahren gelöst worden sind. Was nun die dritte Frage, welche die quantitative Bestimmung des Kokosnussfettes betrifft, anbelangt, so soll zunächst darauf hingewiesen werden, dass sich die für die Gemische der Tabelle A, c, d ergebenden Werte auch rechnerisch feststellen lassen, da die korrespondierenden RMZ. und nBZ. sowohl von den Butterproben als auch von dem Kokosnussfette bekannt sind. Selbst unter Berücksichtigung der unvermeidlichen Analysenfehler stimmen jedoch die Versuchsergebnisse keineswegs mit der Berechnung überein, denn beide Zahlen, besonders aber die nBZ. erreichen nicht die Höhe der rechnerisch ermittelten Zahlen.

Für die quantitative Bestimmung des Kokosnussfettes in der Butter können zwei Wege eingeschlagen werden, denen gemeinsam die nachstehende Tabelle C, ein übersichtlicherer Auszug der Tabelle A, als Schlüssel dient.

Tabelle C.

Vergleichungs-Beispiele für die quantitative Bestimmung des Kokosnussfettes in der Butter.

(Auszug aus Tabelle A.)

	1		2		3		4	
Korrespondierende Zahlen:	RMZ.	nBZ.	RMZ.	nBZ.	RMZ.	nBZ.	RMZ.	nBZ.
Kokosnussfettzusätze:	Reine Butter		10 %		15 %		20 %	
zur Butter: I	19,9	1,35	18,7	2,4	18,1	2,9	17,6	3,3
II	21,1	1,4	19,7	2,3	19,2	3,0	18,5	3,6
III	22,5	1,5	21,0	2,5	20,4	2,9	19,8	3,5
IV	23,3	1,6	22,0	2,5	21,5	3,1	21,0	3,7
V	23,4	1,5	22,3	2,4	21,7	3,1	21,2	3,7
VI	23,6	1,7	22,5	2,5	21,9	3,3	21,4	4,0
VII	24,5	1,6	23,3	2,5	22,4	3,1	21,7	3,7
VIII	24,7	1,7	23,8	2,9	22,9	3,5	22,1	3,9
IX	24,8	1,7	23,5	2,7	22,7	3,2	—	—
X	24,8	1,6	23,4	2,5	22,8	3,0	22,1	3,6
XI	25,0	1,8	23,0	2,7	23,3	3,1	21,8	3,6
XII	25,1	1,6	23,5	2,5	23,1	3,0	22,5	3,8
XIII	25,2	1,6	23,4	2,6	22,9	3,0	22,3	3,7
XIV	25,3	1,8	24,0	2,9	23,5	3,5	22,6	4,1
XV	25,4	1,9	24,2	3,0	23,7	3,6	22,6	4,1
XVI	25,6	1,7	24,1	2,7	23,3	3,1	22,7	3,7
XVII	25,4	1,7	23,8	2,6	23,0	3,1	—	—
XVIII	26,2	1,9	25,0	3,1	24,2	3,6	23,6	4,0
XIX	26,5	1,9	25,0	2,9	24,1	3,5	23,2	4,1
XX	26,6	1,8	25,4	2,9	24,6	3,3	23,9	3,8
XXI	26,7	2,0	25,2	3,2	24,5	3,6	23,7	4,2
XXII	26,8	2,0	24,8	3,0	24,2	3,4	23,5	4,0
XXIII	26,9	2,1	25,2	2,9	24,1	3,6	23,2	4,2
XXIV	26,9	1,9	24,9	2,9	24,0	3,3	23,3	4,0
XXV	27,5	1,9	25,7	2,7	24,9	3,3	24,0	3,9
XXVI	27,8	2,2	26,0	3,1	25,0	3,7	—	—
XXVII	28,2	2,3	26,1	3,1	25,1	3,8	24,5	4,4
XXVIII	28,4	2,3	26,5	3,5	25,7	4,0	25,1	4,5
XXIX	28,8	2,2	26,8	3,3	26,0	3,9	—	—
XXX	28,8	2,5	27,1	3,5	26,3	4,0	25,4	4,7
XXXI	29,4	2,6	27,6	3,8	26,9	4,2	—	—
XXXII	29,6	2,8	27,5	3,8	26,2	4,2	25,5	4,9
XXXIII	29,5	2,5	27,4	3,5	26,6	4,1	25,4	4,7
XXXIV	30,1	3,0	27,8	3,8	26,9	4,4	26,2	5,0

Die quantitative Bestimmung des Kokosnussfettes in der Butter:

1. Da durch den Zusatz von 1 % Kokosnussfett zur Butter die nBZ. im Mittel um etwa 0,1 erhöht wird, so hat man hierdurch eine Handhabe, den Prozentsatz dieses Fettes ungefähr festzustellen. Zu welchem Ergebnis diese Berechnung führt, darüber gibt die Tabelle A Spalte k und die später folgende Tabelle D Spalte 5 Aufschluss.

2. Durch Vergleich der gefundenen RMZ. und nBZ. mit übereinstimmenden, oder nahezu übereinstimmenden Beispielen der Tabelle C ist man ebenfalls in der Lage, die Menge des Kokosnussfettes in der Butter zu bestimmen. Belege hierfür befinden sich in der Tabelle D Spalte 4.

Dass durch beide Berechnungsmethoden genauere Resultate erhalten werden, ist nach der ganzen Anlage des Verfahrens nicht zu erwarten. Immerhin bieten beide Methoden eine sicherere Unterlage für die quantitative Beurteilung der Menge des Kokosfettes in der Butter, als dies bei den bisher bekannten Methoden der Fall ist.

Tabelle D.

Analyse von 14 Butterproben, deren Zusammensetzung dem Analytiker vor der Untersuchung nicht bekannt war.

Nr. der Proben	1		2	3	4	5	6
	RMZ	nBZ.	Aggregatzustand der ungelösten flüchtigen Fettsäuren bei 15°	Qualitative Beurteilung nach Tabelle B, 3	Quantitative Beurteilung durch Vergleichung mit Beispielen nach Tabelle C	Quantitative Beurteilung durch die Plus-Differenz nach Tabelle C	Die Proben enthielten Kokosnussfett %
1	24,5	3,0	flüssig	gefälscht	2, XV / 2, XXII = 10 %	3,0 — 1,6 × 10 = 14 %	10
2	23,3	2,4	desgl.	desgl.	2, VII / 2, X / 2, XII = 10 „	2,4 — 1,6 × 10 = 8 „	10
3	29,0	2,5	halbweich	rein	1, XXX / 1, XXXIII = 0 „	2,5 — 2,5 = 0 „	0
4	27,1	4,1	flüssig	gefälscht	2, XXXII / 3, XXXI 10 — 15 „	4,1 — 2,0 × 10 = 21 „	15
5	23,5	3,1	desgl.	desgl.	3, XI / 3, XVI / 2, VIII = 10 — 15 „	3,1 — 1,6 × 10 = 15 „	10
6	26,7	4,0	desgl.	desgl.	3, XXXI / 3, XXXIII = 15 „	4,0 — 2,0 × 10 = 20 „	15
7	26,7	2,2	fest	rein	1, XXI / 1, XXIII = 0 „	2,2 — 2,0 × 10 = 2 „	0
8	27,4	3,9	flüssig	gefälscht	2, XXXI / 2, XXXII = 10 „	3,9 — 2,0 × 10 = 19 „	10
9	23,5	1,8	fest	rein	1, IV / 1, VI = 0 „	1,8 — 1,7 × 10 = 1 „	0
10	23,8	3,1	flüssig	gefälscht	2, VIII / 2, XIV = 10 „	3,1 — 1,7 × 10 = 14 „	11
11	25,3	4,6	desgl.	desgl.	4, XXX / 4, XXXIII = 20 „	4,6 — 1,8 × 10 = 28 „	20
12	23,7	3,4	desgl.	desgl.	3, XIV / 3, XV = 15 „	3,4 — 1,7 × 10 = 17 „	15
13	29,7	2,9	halbweich	rein	1, XXXII / 1, XXXIV = 0 „	2,9 — 2,8 × 10 = 1 „	0
14	25,4	3,2	flüssig	gefälscht	2, XX / 2, XXI = 10 „	3,2 — 1,9 × 10 = 13 „	12

Der Aggregatzustand der ungelösten flüchtigen Säuren bei 15° (Tabelle A Spalte i) ist für dies neue Verfahren insofern von hohem Wert, als er von vornherein einen Schluss auf die Natur des Fettes gestattet. Für die Beurteilung soll er zwar nicht allein ausschlaggebend sein, jedoch besteht die Tatsache, dass bei sämtlichen untersuchten Proben schon im voraus durch den Aggregatzustand der betreffenden Säuren richtig angezeigt wurde, ob reine, oder mit 10 und mehr Prozent Kokosnussfett gemischte Butter vorlag. Die Ursache des verschiedenen Aggregatzustandes der ungelösten flüchtigen Fettsäuren in beiden Fetten ist darin zu suchen, dass Kokosnussfett grosse Mengen Caprylsäure-Glyzerid enthält. Die von Gemischen beider Fette erhaltenen Destillate enthalten daher mehr Caprylsäure, die erst bei 12° erstarrt[1]), als die von reiner Butter, in denen die Caprinsäure mehr vorherrscht, die schon bei gewöhnlicher Temperatur eine feste Substanz darstellt.

Zur Prüfung des neuen Verfahrens auf seine Zuverlässigkeit wurden nach demselben 14 Butterproben untersucht, deren Zusammensetzung dem Untersuchenden unbekannt war. Das Ergebnis dieser Untersuchung befindet sich in der vorstehenden Tabelle D (S. 555). Aus derselben geht hervor, dass sich in erster Linie die qualitative Seite des Verfahrens in allen Fällen bewährte. Auch die quantitative Seite desselben kann als ziemlich befriedigend bezeichnet werden. Bemerkt sei, dass sich dies Verfahren auch in der Hand anderer Untersucher bereits bewährt hat.

Nach diesen Darlegungen wäre noch darauf hinzuweisen, dass sich dies Verfahren auch für den Nachweis des Kokosnussfettes in allen solchen Fetten und Fettmischungen eignet, die eine niedrige nBZ. besitzen. Selbstverständlich kommen dabei andere Beurteilungsfaktoren in Betracht, als bei der Butter. In nachstehender Tabelle E sollen die in einigen untersuchten Fetten und Ölen gefundenen RMZ. und nBZ. zur Kenntnis gebracht werden.

Tabelle E.

	RMZ.	nBZ.
Margarine	0,4	0,6
Sesamöl	0,7	0,45
Arachisöl	0,8	0,6
Baumwollsamenöl	0,5	0,6
Schweineschmalz	0,4	0,6
„ + 10% Kokosfett	2,0	1,9
„ + 20% „	3,4	3,0

Es ist nicht ausgeschlossen, dass durch eine vielseitige Nachprüfung dieses Verfahrens die Zahlenwerte vorstehender Tabellen eine Abänderung erfahren könnten. Nach unserer Ansicht kann jedoch bei genauer Befolgung der Vorschrift eine solche eintretende Abänderung nicht so weitgehend sein, dass die Grundlagen des Verfahrens selbst erschüttert werden; die gegebenen Werte können allenfalls nur ergänzt werden.

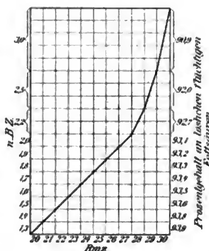
Das neue Verfahren beansprucht nur eine halbe Stunde mehr Zeit als die Bestimmung der RMZ. und besitzt somit vor der Phytosterinacetatprobe, welche auch keine genaueren Resultate liefert, den Vorzug der Kürze.

[1]) Benedikt, Analyse der Fette 1897, S. 11.

Unter den in letzter Zeit bekannt gewordenen Methoden zum Nachweis von Kokosnussfett in der Butter befinden sich auch solche, bei denen die Bestimmung der gesamten flüchtigen Säuren ausgeführt wird. Von diesen Methoden steht diejenige von A. Reychler[1]) mit unserem Verfahren in einem gewissen Zusammenhange. Nach dieser Methode wird einmal die RMZ. bestimmt und in einem andern Destillate, nach Zusatz von 50 ccm Alkohol, die gesamte flüchtige Säure. Aus der Summe beider Säuren ergaben sich nach Reychler für die flüchtigen löslichen Säuren der Butter, bei nur mit zwei Butterproben ausgeführten Versuchen, Prozentsätze von 89 und 91; im Mittel 90. Auf diesen mittleren Prozentsatz von 90 stützt sich nach Reychler die Beurteilung der Butter. Durch Zusätze von Kokosnussfett zur Butter verkleinert sich dieser Prozentsatz. F. Ranwez[2]) hat dies Verfahren nachgeprüft und es nicht günstig beurteilt.

An der Hand der Zahlenwerte der Tabelle B in unserem Verfahren ist man imstande, den von Reychler aufgestellten Prozentsatz auf seine Richtigkeit zu prüfen, denn er kann aus der Summe der RMZ. und nBZ. dieser Tabelle berechnet werden, wie es in nachstehender Zeichnung veranschaulicht wird.

Bei den zu unsern Versuchen verwendeten 34 Butterproben ergibt sich für die löslichen flüchtigen Fettsäuren nicht ein Prozentsatz von 89 bis 91, wie ihn Reychler in zwei Butterproben fand, sondern ein solcher von 90,9 bis 93,9. Aus der Zusammenstellung der Zahlenwerte unserer Tabelle B geht hervor, dass sich bei höheren RMZ. als 27 eine mehr steigernde Verschiebung des gegenseitigen Verhältnisses beider flüchtigen Säuregruppen bemerkbar macht, als bei niedrigeren RMZ. Bei RMZ. bis 27 ergibt sich rechnerisch für die löslichen flüchtigen Säuren der Prozentsatz von 93,1 bis 93,9, bei höheren RMZ. bis zu 30 geht dieser Prozentsatz bis 90,9 herab und bei noch höheren RMZ. wird er noch tiefer sinken. Auf Grund dieser Beobachtung lässt sich für die löslichen, flüchtigen Fettsäuren überhaupt ein einheitlicher Prozentsatz nicht aufstellen. Durch einen Zusatz von 10% Kokosnussfett zur Butter wird der Prozentsatz dieser Säuren nur um etwa 3 bis 4% herabgesetzt, man wird daher oft nicht imstande sein, auf Grundlage des von Reychler angenommenen Prozentsatzes von 90, eine mit 10% Kokosnussfett gemischte Butter als gefälscht zu erkennen. Dies ist jedoch möglich, wenn sich die Beurteilung auf die aus unserer Tabelle B sich rechnerisch ergebenden Prozentsätze stützt.



Nach einer anderen Methode von Wauters[3]) beruht der Nachweis des Kokos-

[1]) Bull. de la Soc. Chim. Paris 1901, 25, 142.

[2]) Rev. internat. des falsificat. 14. 1901. 89/94. Zeitschr. f. Unters. v. Nahrungs- und Genussmitteln usw. 1902, 222.

[3]) Bulletin de l'Association belge des Chimistes 15, 131—32; citiert nach Chem. Centr.-Bl. 1901, I, 1346.

fettes in der Butter ebenfalls, wie in unserem Verfahren, auf der Bestimmung der unlöslichen flüchtigen Fettsäuren. Wauters hält sich aber nicht an die Vorschrift zur Bestimmung der RMZ. Er verdünnt die aus 5 g Butter erhaltene Seife mit 150 ccm ausgekochtem Wasser und stellt nach Zusatz von 50 ccm verdünnter Schwefelsäure zunächst ein Destillat von 100 ccm dar, in dem er die löslichen flüchtigen Fettsäuren bestimmt; alsdann werden in den Destillierkolben nochmals 100 ccm ausgekochtes Wasser gegossen und ein zweites Destillat von 100 ccm hergestellt. In den beiden gemischten Destillaten werden die gelösten und ungelösten Fettsäuren bestimmt, wobei die Menge der ungelösten als Grundlage für die Beurteilung dienen soll.

Auch dies Verfahren hat Ranwez[1]) nachgeprüft und erhielt hierbei weit höhere Zahlen als Wauters; Ranwez mahnt daher zur Vorsicht, aus der Höhe des ungelösten Anteils der flüchtigen Fettsäuren Schlüsse auf einen Zusatz von Kokosfett zu ziehen. Wir können uns der Ansicht von Ranwez nur anschliessen, denn auch die diesseits zuerst in Erwägung gezogene Absicht, durch wiederholte Destillationen, wie Wauters sie darstellte, Unterlagen für unser Verfahren zu gewinnen, scheiterte an dem nicht befriedigenden Ergebnis und führte zu unserm Verfahren.

[1]) Rev. internat. des falsifications **14**, 1901. 89—94. Ref. Chem. Central-Bl. 1901, II, 835.

Während der Drucklegung vorstehender Arbeit erschien in: Chemisch Weekblad 1903 I, 17 eine Arbeit von F. H. van Leent „Über die Fettsäuren der Butter und des Kokosfettes". In dieser Arbeit wird auch darauf hingewiesen, dass das Kokosfett eine grössere Menge von den wenig löslichen, flüchtigen Fettsäuren enthält als Butter und dass sich hierdurch das Kokosfett in der Butter nachweisen lasse. Analysenergebnisse von Gemischen beider Fette sind nicht angeführt. Die gegebene Vorschrift hält sich nicht an die Bestimmung der RMZ. Die aus 5 g Fett erhaltene Seife wird bis auf 300 ccm verdünnt und 220 ccm abdestilliert. Auch dies unter anderen Bedingungen ausgeführte Verfahren muss zu einem anderen Ergebnis führen, als in vorstehender Abhandlung beschrieben ist.

Die Anwendung der physikalischen Chemie auf die Serumtherapie.

Von

Dr. Svante Arrhenius,

Professor an der Universität Stockholm.

Vortrag gehalten im Kaiserlichen Gesundheitsamte zu Berlin am 22. Dezember 1903.

Meine Herren! Ich muss zunächst sehr um Nachsicht bitten, da ich nur sehr wenig Zeit gehabt habe mich vorzubereiten, indem mir erst heute früh mitgeteilt wurde, vor welch' leuchtender Versammlung ich diesen Vortrag halten würde. Ich glaubte gestern, dass ich meine Mitteilungen im Kreise einiger Kollegen ganz intim und anspruchslos machen könnte, aber jetzt ist es anders geworden und ich bitte, dass die Ansprüche nicht allzu hoch gestellt werden. Was ich zu erzählen habe, gibt einen kleinen Überblick über die Untersuchungen, welche Madsen und ich zusammen ausgeführt haben, und welche bezwecken, das serumtherapeutische Gebiet von der physikalisch-chemischen Seite zu behandeln.

Es ist Ihnen wohl bekannt, dass unter den Giften einige sich dadurch auszeichnen, dass sie, wenn sie in den Tierkörper eingespritzt werden, sogenannte Gegengifte erzeugen. Solche Gifte werden „Toxine" genannt und die Gegengifte „Antitoxine". Diese Körper sind von einer eminenten Bedeutung geworden, besonders seit Behring seine grundlegenden Versuche über das Diphtherieserum gemacht hat. Man hat später gefunden, dass die Bildung von Antikörpern auch nach Einspritzung von relativ unschädlichen Stoffen erfolgt; so entstehen z. B. Präzipitine nach Einspritzung von Eiweiss und Antilab nach Einspritzung von Lab.

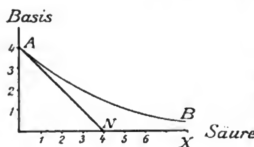
Eine ganz besondere Bedeutung besitzen die „Hämolysine", welche entstehen, wenn man rote Blutkörperchen von einem Tier in die Blutbahn eines anderen Tieres injiziert. Das Blutserum von diesem anderen Tier enthält das Hämolysin, welches die roten Blutkörperchen von dem ersteren auflöst, oder richtiger so auf die roten Blutkörperchen einwirkt, dass sie ihren roten Farbstoff an die umgebende Lösung abgeben. Diese Lösung wird dadurch gefärbt und, nachdem die Blutkörperchen sich zu Boden gesetzt haben, kann man die Färbung kolorimetrisch messen und auf diese Weise eine Vorstellung erhalten, in welchem Grade die Blutkörperchen zerstört worden sind. Dieser Umstand wird dazu benutzt, um quantitative Versuche über die Wirkung der Hämolysine „in vitro" auszuführen, eine ausserordentlich wichtige Methode, welche von Geheimrat Ehrlich eingeführt worden ist.

Wegen der grossen Bedeutung der Heilsera hat der entsprechende Zweig der Wissenschaft, d. h. die Serumtherapie, an Breite ausserordentlich zugenommen, und es

ist eine sehr reiche Literatur auf diesem Gebiete entstanden. Diese ist infolgedessen sehr schwer zu übersehen und es ist der lebhafte Wunsch laut geworden, dass eine theoretische Bearbeitung stattfinden möchte, wobei das Material gewissermassen kondensiert werden könnte. Diese theoretische Bearbeitung konnte nach der quantitativen Seite erfolgen, und es war deshalb natürlich, dass die Serum-Therapeuten grosse Hoffnungen auf die Anwendung der physikalischen Chemie auf dieses Gebiet setzten. Auf der anderen Seite werden auch viele Hoffnungen an die Entwicklung der organischen Chemie geknüpft, besonders an die eminent wichtigen Versuche von Kossel und Emil Fischer, welche dahin arbeiten, Eiweisskörper in reiner Form darzustellen. In dem Blutserum findet sich eine Mischung der verschiedensten Eiweissstoffe vor, wodurch die Schwierigkeiten bei der Arbeit vermehrt werden.

Die Serum-Therapeuten wandten sich also an die physikalischen Chemiker mit der Anfrage, ob sie nicht irgend einen Pfad aufzufinden vermöchten, welcher allmählich zur Aufhellung des dunklen Gebietes der Serumtherapie führen könnte. Es war natürlich schwer, einen solchen Pfad zu finden, und erst nach langer Arbeit wurde es klar, wie man die Sache angreifen konnte. Das ist durch die Zusammenarbeit von Madsen und mir gelungen. Madsen arbeitete um Material zu beschaffen und konnte, als ich einmal Kopenhagen wieder besuchte, eine Reihe von Versuchen über „Tetanolysin" vorlegen, welche sehr stark an bekannte physikalisch-chemische Vorgänge erinnern. Bevor ich nun auf diese Frage übergehe, will ich kurz die Vorgänge, welche sich bei der Neutralisation einer Säure mit einer Basis abspielen, näher beleuchten.

Wenn ich zu einer bestimmten Menge Basis in wässeriger Lösung eine wachsende Menge Säure zusetze, so nimmt allmählich die basische Eigenschaft der Lösung ab, um bei einer bestimmten Menge ganz zu verschwinden. Wenn ich $^1/_4$ dieser Menge zugesetzt habe, so sind $^3/_4$ der Basis noch übrig, wenn ich $^3/_4$ zugesetzt habe, ist nur noch $^1/_4$ der Basis übrig. Im allgemeinen ist der verschwundene Anteil der Basis äquivalent der zugesetzten Säuremenge, bis der Neutralisationspunkt erreicht ist, wonach keine Änderung der basischen Eigenschaften erfolgt.



Dieser Neutralisationsvorgang wird durch die Geraden AN und NX in nebenstehender Figur dargestellt, worin die Ordinate die Menge Basis und die Abszisse die Menge der zugesetzten Säure angibt. Dies gilt in aller Strenge nur für starke Säuren und starke Basen. Nimmt die Stärke dieser Stoffe ab, so findet man einen stetigen Übergang, sozusagen eine Biegung in der Nähe des Neutralisationspunktes N, wo die Neutralisationslinie AN in die Abszissenachse NX übergeht.

Sind die Basis und die Säure beide sehr schwach, so wird die genannte Biegung sehr deutlich, sodass das Linienpaar AN und NX durch eine Kurve AB ersetzt wird, welche sich an der einen Seite gegen AN, an der anderen gegen NX anschmiegt. Die Kurve AB entspricht den Verhältnissen, welche sich bei der Neutralisation von Ammoniak mit Borsäure bei 37° C. geltend machen. In Wirklichkeit kommt auch

bei den starken Säuren und starken Basen eine kleine Biegung am Punkte N vor, die aber so unbedeutend ist, dass sie sich der Entdeckung mit chemischen Hilfsmitteln entzieht. Es ist also nur ein quantitativer Unterschied zwischen starken Säuren und starken Basen auf der einen Seite und zwischen schwachen Säuren und schwachen Basen auf der anderen Seite. Das geschilderte Verhalten ist eine Folge des allgemeinen Gesetzes vom chemischen Gleichgewicht, welches von Guldberg und Waage formuliert wurde.

Wir haben nun Versuche über die allmähliche Absättigung von Ammoniak mit Borsäure in der Weise ausgeführt, dass wir die blutauflösende Eigenschaft des Ammoniaks nach einem bestimmten Zusatz von Borsäure mittels der Methode „in vitro“ bestimmt haben. Unsere Versuche zeigen eine vollständige Übereinstimmung zwischen der Erfahrung und den nach dem Massenwirkungsgesetze zu berechnenden Resultaten, welche vorhin angedeutet sind (Kurve AB).

In genau derselben Weise haben wir das Problem inbezug auf „Tetanolysin“ behandelt. Wenn wir nämlich Ammoniak durch Tetanolysin und Borsäure durch Antitoxin ersetzen, so erhalten wir eine ganz ähnliche Absättigungskurve des Tetanolysins, welche in allen Stücken den theoretischen Voraussetzungen entspricht, wie die untenstehende Tabelle zeigt. Die ganz vorzügliche Übereinstimmung zwischen der vorletzten „beobachteten“ und der letzten „berechneten“ Zahlenreihe ist darauf zurückzuführen, dass in die Versuchsreihe von Madsen eine sehr grosse Menge von Versuchsdaten aufgenommen ist. Sie zeigt, dass die Erscheinungen auf diesem Gebiete von dem chemischen Massenwirkungsgesetze beherrscht werden.

Tetanolysin:

Antitoxin	beobachtet	berechnet
0	4,45	4,45
5	3,67	3,67
10	3,13	2,95
15	2,32	2,29
20	1,62	1,76
30	0,97	1,03
50	0,45	0,46
70	0,27	0,28
100	0,18	0,18
130	0,12	0,13
162	0,09	0,11
200	0,08	0,09

Ehrlich veranlasste mich in Anbetracht dessen, nach Frankfurt zu kommen, um zu untersuchen, ob nicht die sogenannten Hämolysine nach ähnlichen Prinzipien wie das Tetanolysin behandelt werden können. Bevor ich aber auf diesen Gegenstand eingehe, möchte ich ein einfacheres Thema behandeln, nämlich das der „Agglutinine“. Diese Stoffe werden gewonnen, indem man eine bestimmte Bakterienart in die Blutbahn eines geeigneten Tieres einspritzt, wonach das Blut dieses Tieres einen Stoff enthält, welcher befähigt ist, gerade die eingespritzten Bakterien so zusammenzukleben, dass sie in der Flüssigkeit zu Boden fallen und dadurch relativ unschädlich gemacht werden. Davon haben auch diese Stoffe ihren Namen „Agglutinine“ erhalten. Diese Stoffe

sind nicht von besonders grosser praktischer Bedeutung, aber von theoretischem Werte, weil man, wie bei den Hämolysinen, ihre Menge relativ scharf bemessen kann. Man misst die Stärke der Agglutinine auf die Weise, dass man solange Wasser zusetzt, bis ihre agglutinierende Eigenschaft nicht mehr bemerkbar ist.

Wenn man also z. B. 50000 ccm Wasser zu 1 ccm agglutinierendem Serum zusetzen muss, damit seine agglutinierende Wirkung verschwindet, sagt man, dass der Agglutinin-Gehalt des betreffenden Präparates 50000 Einheiten beträgt. Diese Methode haben zwei österreichische Forscher Eisenberg und Volk in Paltaufs Laboratorium zu Wien benutzt; sie haben eine sehr grosse Menge von quantitativen Messungen mitgeteilt. Sie untersuchten, eine wie grosse Menge von dem zu einer bestimmten Menge Bakterien zugesetzten Agglutinin frei in der Flüssigkeit bleibt; der grösste Teil des Agglutinins wird nämlich in den Bakterienleib aufgenommen. Für den auf diese Weise aufgenommenen und den noch freien Teil des Agglutinins gilt eine sehr einfache Gleichung:

$$\frac{(\text{Menge gebundenen Agglutinins})^3}{(\text{Menge freien Agglutinins})^2} = K,$$

worin K eine konstante Zahl bedeutet. [Die Klammern bedeuten die Konzentration der betreffenden Stoffe.]

Diese Gleichung entspricht derjenigen, welche für die Verteilung eines gelösten Stoffes zwischen zwei Lösungsmitteln gilt. Nernst hat Untersuchungen über die Verteilung von Benzoësäure zwischen Benzol und Wasser angestellt und gefunden, dass dafür folgende Gleichung gilt:

$$\frac{(\text{in Wasser gelöste Benzoësäure})^2}{(\text{in Benzol gelöste Benzoësäure})} = K.$$

Dies bedeutet, dass in dem betreffenden Falle die Benzoësäure in der Benzol-Lösung ein doppelt so hohes Molekulargewicht wie in der wässerigen Lösung besitzt, was auch den Messungen von Beckmann entspricht. Nach der Theorie der Lösungen, welche von van t'Hoff entwickelt worden ist, muss dann die oben stehende Gleichung gültig sein, was Nernst konstatierte.

In unserem Falle auf die Agglutinine angewendet, bedeutet die oben angeführte Gleichung, dass das freie Agglutinin ein anderthalb mal so grosses Molekulargewicht besitzt, wie das in den Bakterienleib aufgenommene Agglutinin. Diese Untersuchung zeigt auch, dass die Agglutinine wirklich von dem Bakterienleib aufgenommen werden und nicht, wie man früher, besonders nach Bordets Untersuchungen meinte, auf der Oberfläche der Bakterien kondensiert werden. Diese Erscheinung — die Verteilung eines Stoffes zwischen zwei Lösungsmitteln — wird für gewöhnlich als eine physikalische angesehen, sie ist aber als ein einfacher Fall des Guldberg-Waageschen Gesetzes vom chemischen Gleichgewicht zu betrachten. Es ist überhaupt kein wirklicher Unterschied zwischen den chemischen und physikalischen Erscheinungen auf diesem Gebiete vorhanden.

Diese beiden sind die einfachsten von mir bis jetzt untersuchten Fälle. Jetzt komme ich zu einem Falle, der mir von Geheimrat Ehrlich zur Untersuchung vorgelegt wurde, und das ist der Fall der „Hämolysine“.

Wie ich Ihnen schon anfangs gesagt habe, wird, wenn man rote Blutkörper von einem Ochsen in die Blutgefässe eines Kaninchens injiziert, von letzterem ein Antikörper gegen die Blutkörperchen des Ochsen gebildet. Dieser Antikörper wird Hämolysin genannt, weil er imstande ist, die Blutkörperchen von Ochsen aufzulösen, aber im allgemeinen nicht diejenigen von anderen Tieren. Durch nähere Untersuchungen wurde erwiesen, dass dieses Hämolysin aus zwei Bestandteilen zusammengesetzt ist, von welchen der eine, der sogenannte Amboceptor, wärmebeständig ist, wogegen der andere, das sogenannte Komplement, durch geringe Erwärmung (etwa während einer Stunde auf 60° C.) zersetzt wird. Nach der Erwärmung hat also das Hämolysin seine blutauflösende Eigenschaft eingebüsst, kann aber dieselbe wieder erhalten, wenn man ein fremdes Komplement, z. B. Meerschweinchen-Serum, was an und für sich nur in sehr geringem Grade hämolytisch wirksam ist, zusetzt. Es entsteht also durch die Verbindung von Amboceptor und Komplement ein neuer Stoff: das Hämolysin. Diese Erscheinung wurde bei einer eingehenden, in dem Ehrlichschen Institut ausgeführten Untersuchung beobachtet und scheint ebenfalls dem Guldberg-Waageschen Gesetze unterworfen zu sein und zwar nach der Gleichung:

$$(\text{Amboceptor}) \times (\text{Komplement}) = K \times (\text{Hämolysin}).$$

Bisweilen kommen auch in diesem Falle höhere Potenzen vor, welche anzeigen, dass die Molekeln sich zu komplizierteren Aggregaten zusammenschliessen. Durch meine Untersuchungen über dieses Gleichgewicht wurde festgestellt, dass die Ansicht von Ehrlich, dass nämlich eine chemische Verbindung stattfindet, richtig ist, gegenüber der Bordetschen Ansicht, nach welcher das Komplement als ein „Sensibilisator" wirkt.

Noch komplizierter als diese Versuche sind diejenigen mit „Antikomplementen". Diese Stoffe gewinnt man dadurch, dass man „Komplemente" in die Blutgefässe eines geeigneten Tieres einspritzt. Es zeigte sich nun bei der Berechnung dieser Versuche, dass das „Antikomplement" richtiger als „Antilysin" zu bezeichnen ist, indem es nicht die Wirkung des Komplements, sondern diejenige des Hämolysins beeinträchtigt; dabei entsteht eine Verbindung zwischen dem Hämolysin und dem Antikomplement, welche nicht hämolytisch wirksam ist. Diese Ergebnisse kamen sehr unerwartet, und als ich die Andeutungen davon sah, habe ich die Versuche nach mehreren Richtungen wiederholt, wobei ich mich der wertvollen Unterstützung des Herrn Dr. Sachs zu erfreuen hatte. Die Tatsache kann ich als vollkommen sicher festgestellt betrachten.

Der Amboceptor verhält sich übrigens, wie Untersuchungen von Morgenroth und mir ergaben, genau wie ein Agglutinin, indem die roten Blutkörperchen die Rolle der Bakterien spielten. Die roten Blutkörperchen nehmen den Amboceptor in sich auf, und dabei gilt genau dieselbe Gleichung, wie für die Aufnahme der Agglutinine durch Bazillen. Dies zeigt, dass die Hämolysine ungefähr ebenso wirken, wie die gewöhnlichen Gifte, indem dieselben in die Blutkörperchen eindringen und auf ihren Inhalt chemisch einwirken und nicht, wie man früher gewöhnlich meinte, dass sie ihre Wirkung hauptsächlich auf die Oberfläche der Blutkörperchen ausüben.

Jetzt will ich mir erlauben auf einige Versuche von Madsen überzugehen. Von allen Heilsera ist das Diphtherieserum das wichtigste. Aus den Versuchen mit

Diphtherieserum glaubte man früher schliessen zu dürfen, dass mehrere Gifte im Diphtheriegift vorhanden sind. Man bestimmte in ähnlicher Weise, wie es vorhin für das Tetanolysin angegeben wurde, durch Versuche an Meerschweinchen die Giftigkeit des Diphtheriegiftes nach verschiedenen Zusätzen von Diphtherieserum. Auf diese Weise erhielt man einige Punkte der Absättigungskurve, und da man voraussetzte, dass die Absättigung nach dem Schema derjenigen einer starken Basis mit einer starken Säure erfolge, so stellte man das Ergebnis so dar, dass man diese Punkte durch gerade Linien — der Linie AN in der Figur entsprechend — vereinigte. Die Neigung dieser Geraden gegen die Abszissenachse gibt die Giftigkeit der betreffenden Giftanteile an, und man sagte deshalb, dass das Diphtheriegift einen giftigsten Bestandteil enthalte, welcher zuerst neutralisiert werde, wonach ein mässig giftiger Bestandteil zur Neutralisation komme. Erst zuletzt kämen die am wenigsten giftigen Bestandteile an die Reihe, welche „Toxone“ genannt wurden. Die Untersuchungen von Madsen, welche auf dem Kongress in Brüssel im vorigen Herbst mitgeteilt wurden, zeigten, dass die Existenz der Toxone zweifelhaft ist, was eine grosse Vereinfachung der Verhältnisse bedeuten würde. Nun findet man in älteren Diphtheriegiften, dass der erste Anteil, anstatt der giftigste zu sein, im Gegenteil absolut oder beinahe ungiftig ist. Diesen Bestandteil, der als ein Umwandlungsprodukt des ersten giftigsten Anteils zu betrachten ist, nannte Ehrlich „Prototoxoid“. Bei einem schriftlichen Meinungsaustausch zwischen Ehrlich und mir führte er als Stütze für seine Ansichten über die Zusammensetzung des Diphtheriegiftes auch die letzten Daten von Madsen an. Dies veranlasste mich, diese Daten, welche die einzigen in voller Ausführlichkeit publizierten Originaldaten auf diesem Gebiete sind, einer eingehenden Berechnung zu unterwerfen. Ich fand zu meinem grossen Erstaunen, dass sich auch bei sehr alten Diphtheriegiften kein Anzeichen von einem Prototoxoid vorfand, obgleich Madsen seine Daten so dargestellt hatte, als ob dieser Giftanteil wirklich vorhanden gewesen wäre. Es erscheint mir demnach auch die Existenz der Prototoxoide in Diphtheriegiften etwas zweifelhaft, und Madsen und ich werden demnächst ein grosses Untersuchungsmaterial nach dieser Richtung hin einer genauen Prüfung unterwerfen.

Die Existenz von Prototoxoiden wird durch die Versuche von Madsen über Lab und Antilab angedeutet, welche überhaupt auf das Auftreten sehr wechselnder Verhältnisse hinweisen. Es erzeugt nämlich dasselbe Pferd je nach den verschiedenen Umständen Antilab von sehr verschiedener Stärke und Wirkung; im übrigen aber folgt die Wirkung zwischen Lab und Antilab demselben Gesetze, wie die Diphtherieserum-Wirkung, d. h. dem chemischen Massenwirkungs-Gesetze.

Auch ein Häm-Agglutinin, d. h. ein Blutkörper agglutinierendes Gift, nämlich Ricin und sein Antikörper — das Antiricin — sind von Madsen einer quantitativen Untersuchung unterworfen worden. Das Ricin erhält man durch Extraktion des Samens von Ricinus communis; den Antikörper durch Einspritzung von Ricin in die Blutgefässe von Ziegen. Die Reaktion zwischen diesen beiden Stoffen, welche auch die Anwesenheit von Prototoxoiden andeuten, erfolgt nach denselben Gesetzen, wie die Reaktion zwischen Diphtheriegift und seinem Serum.

Im allgemeinen kann man sagen, dass auf diesem Gebiete eine sehr grosse Einfachheit und Regelmässigkeit herrscht, sodass vom theoretischen Gesichtspunkte kein Anlass vorliegt, die betreffenden Stoffe in so viele Unterabteilungen einzuteilen, wie das bisher aus anderen Gründen geschehen ist. Madsen und ich haben uns bemüht, ein Beispiel oder gar mehrere von jeder der bekannten Typen zu untersuchen, und überall zeigt es sich, dass das chemische Gleichgewichtsgesetz die Haupterscheinungen beherrscht.

Es sei mir jetzt erlaubt, mit ein paar Worten auf die Geschwindigkeit der chemischen Reaktionen dieses Gebietes hinzuweisen. Wenn man Chlorwasserstoff zu Tetanolysin setzt, so schwindet allmählich die Giftigkeit des Tetanolysins. Es hat sich nun gezeigt, dass alle Säuren und Basen eine solche giftzerstörende Wirkung ausüben, und dass dieselbe genau nach dem Gesetze für die katalytischen Wirkungen erfolgt, die so eingehend von Ostwald untersucht sind. Es zeigt sich nämlich, dass bei den verschiedenen Säuren die Wirkung stets dieselbe bleibt, sobald die betreffenden Lösungen in bezug auf Wasserstoffionen gleich konzentriert sind. Die angewandte Säure kann eine beliebige Zusammensetzung haben. Ähnliches gilt in betreff der Hydroxylionen bei den Basen. Diese Untersuchungen können vielleicht von praktischer Bedeutung werden. Eine der grössten praktischen Schwierigkeiten bei der Anwendung der Heilsera liegt nämlich darin, dass sich dieselben häufig recht schnell im Laufe der Zeit zersetzen. Unsere Untersuchungen zeigen nun, dass ausserordentlich geringe Mengen von verschiedenen Stoffen — nicht nur Säuren und Basen — imstande sind, die Haltbarkeit der Sera beträchtlich herabzusetzen. Es wäre demnach wohl denkbar, dass in den natürlichen Sera kleine Mengen von bestimmten Stoffen vorkommen, durch deren Entfernung die Haltbarkeit dieser Heilmittel in hohem Grade erhöht werden könnte.

Zum Schluss will ich auf ein paar recht lehrreiche Beispiele zurückkommen, welche sehr deutlich zeigen, wie auch die am wenigsten verständlichen Erscheinungen auf diesem Gebiete von den neu gewonnenen Gesichtspunkten aus betrachtet in einfacherem Lichte erscheinen. Das eine betrifft die sogenannte Revivifikation der Gifte. Wenn Tetanusgift mit Salzsäure versetzt, und diese Mischung einem Meerschweinchen intraperitoneal eingespritzt wird, so kann unter Umständen die Wirkung des Tetanusgiftes ausbleiben, während sich die Giftwirkung stark geltend machen würde, wenn vor dem Einspritzen die Salzsäure durch Zusatz von Natronlauge neutralisiert worden wäre. Man sagte früher, dass die Salzsäure die Giftigkeit des Tetanolysins vernichtet hätte, dass aber diese Eigenschaft durch die Neutralisation der Säure „revivifiziert“ würde. Diese sonderbare Erklärungsweise lässt sich durch folgende einfache ersetzen.

Nach dem Einspritzen bleibt die Salzsäure noch lange mit dem Gifte gemischt, bevor es in die Körpersäfte hineindiffundiert. Während dieser Zeit erfolgt die Zersetzung des Giftes bei der hohen Körpertemperatur des Meerschweinchens mit relativ grosser Geschwindigkeit. Alle Reaktions-Geschwindigkeiten werden ja in hohem Grade mit der zunehmenden Temperatur beschleunigt. Es kann also die Salzsäure das Tetanusgift in relativ kurzer Zeit zersetzen, während diese Zersetzung natürlich nach Neutralisation der Salzsäure ausgeschlossen ist.

Ein anderer vorher schwer zu verstehender Fall betrifft das sogenannte Wärme- und Kältegift bei dem Tetanolysin. Wenn man Tetanolysin einem Frosch in genügender Menge einspritzt, so zeigt dieses Tier sowohl bei niedrigerer als auch bei höherer Temperatur die bekannten Symptome des Starrkrampfes. Hat man aber das Tetanusgift mit einer nicht unbedeutenden Menge Antitoxin versetzt und eine relativ grosse Menge diese Mischung einem Frosch eingespritzt, so leidet der Frosch keinen merklichen Schaden bei niedriger Temperatur, wogegen er bei hoher Temperatur dem Starrkrampfe unterliegt. Diese Erscheinung ist leicht durch den Umstand zu erklären, dass die Verbindung zwischen Toxin und Antitoxin eine sehr lockere ist, welche bei zunehmender Temperatur sehr stark zurückgeht, wie die Messungen von Madsen und mir zeigen. Infolgedessen enthält eine solche Mischung bei niedriger Temperatur sehr wenig freies Gift; bei hohen Temperaturen aber ist sie sehr reich an freiem Gift.

Vorhin habe ich angedeutet, dass bisweilen Schwierigkeiten dadurch entstehen, dass die Toxine und Antitoxine bisher nicht in reinem Zustande gewonnen worden sind, wofür auch in nächster Zukunft sehr wenig Aussicht vorhanden ist. So enthält z. B. das Tetanusgift neben dem hämolytisch wirksamen Tetanolysin und dem Starrkrampf erregenden Tetanospasmin noch weitere giftige Bestandteile und ausserdem mehrere andere Stoffe. Trotzdem hat Madsen bei seinen Untersuchungen über das Tetanolysin die vorher charakterisierten einfachen Verhältnisse aufgefunden. Dies rührt daher, dass bei der untersuchten spezifischen Reaktion nur das Tetanolysin zur Geltung kommt, während die anderen Giftbestandteile keine grösseren Wirkungen ausüben, als durch die Versuchsfehler verdeckt werden. In ähnlichen Fällen, z. B. bei den Untersuchungen von Eisenberg und Volk über Agglutination, machen sich entsprechende Eigentümlichkeiten geltend, welche es verständlich erscheinen lassen, dass überhaupt rechnerisch zu behandelnde Resultate erzielt werden können. Dies ist ein sehr glücklicher Umstand und man braucht deshalb nicht so pessimistische Ansichten wegen der Unreinheit der angewandten Stoffe zu hegen, wie mehrere Autoren in letzter Zeit geäussert haben. In vielen Fällen — das ist wahr — kann man die Nebenwirkungen der anderen Bestandteile wohl als Störungen bemerken, aber in den meisten Fällen schwinden diese Störungen, wenn man geeignete Verdünnungen anwendet. Nachdem man die auf diese Weise erhaltenen einfachen Verhältnisse untersucht hat, ist es leicht, sich ein Bild zu machen, wie sich die störenden Eigenschaften der Nebenkörper in den komplizierteren Fällen geltend machen.

Die ausserordentlich einfachen Verhältnisse, welche wir überall bei unseren Untersuchungen angetroffen haben, machen es sehr wahrscheinlich, dass die Anwendung der Hilfsmittel der physikalisch-chemischen Analyse einen kräftigen Aufschwung der Arbeiten auf dem serumtherapeutischen Gebiete zur Folge haben wird.

Kleinere Mitteilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.

Chemische Untersuchung mehrerer neuen, im Handel vorkommenden Konservierungsmittel für Fleisch und Fleischwaren.

Von

Dr. Eduard Polenske.

Technischer Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Nachdem in der Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 18. Februar 1902 die Stoffe bezeichnet worden sind, deren Zusatz bei der gewerbsmässigen Herstellung von Fleisch auf Grund des § 21 Abs. I des Gesetzes, betreffend die Schlachtvieh- und Fleischbeschau, vom 3. Juni 1900 seit dem 1. Oktober 1902 verboten ist, war es von Interesse, die Zusammensetzung der nach diesem Zeitpunkt im Handel angebotenen Konservierungsmittel für Fleischwaren kennen zu lernen. Es wurde daher seitens des Gesundheitsamtes eine Anzahl dieser Präparate angekauft und untersucht.

Die den einzelnen Paketen beigegebenen Gebrauchsanweisungen enthielten in manchen Fällen den Vermerk, dass das betreffende Konservierungsmittel gegen die genannte Bekanntmachung nicht verstosse.

In den diesseits angekauften Konservierungsmitteln, welche teils wässerige Lösungen, teils feste Salzgemische darstellten, sind diese verbotenen Stoffe auch nicht gefunden worden. Die drei hier untersuchten Lösungen enthielten gemeinsam essigsaure Tonerde, Zucker und Salpeter.

In den Salzgemischen bildet jetzt neben dem Kochsalz der Salpeter einen hervorragenden Bestandteil. Ausserdem enthielten die verschiedenen Gemenge noch Zucker, Natriumphosphat, Natriumacetat, Chlorammonium und freie Benzoësäure. Zwei „Wurst-Gewürzsalze" hatten Zusätze von gepulvertem Gewürz erhalten, das nach dem in reichlichen Mengen isolierten Piperin bei beiden Salzen hauptsächlich aus Pfeffer bestand.

1. Hackfleischpulver Viktoria-Röte I.

Einen von den übrigen Konservierungsmitteln ganz verschiedenen Charakter besass eine unter der Bezeichnung „Hackfleischpulver Viktoria-Röte I" angekaufte Substanz, von der 4 kg 6 Mark kosteten.

Nach der Gebrauchsanweisung sollen 5 kg in Würfel zerschnittenes Fleisch mit 20 g von dem Pulver bestreut und darauf zwei- bis dreimal durch die Maschine geschickt werden, wodurch das Fleisch seine frische Farbe behalten soll.

Die „Viktoria-Röte" besteht aus einem dunkel orangeroten Pulver vegetabilischen Ursprungs von brennend scharfem Geschmack. Farbe und Geschmack deuteten an, dass die Substanz viel Capsicumpulver (Paprika) enthalte oder gar aus solchem bestehe. Gegenüber reinem Capsicumpulver war der Geschmack des Präparates allerdings erheblich milder. Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass das Präparat in seinen Formelementen mit der Capsicumfrucht übereinstimmte. Es wurden hierbei sowohl zahlreiche zinnoberrote Öltröpfchen, als auch die für die Capsicumfrucht sehr charakteristischen, perlschnurartigen Wände der polygonalen Innenhautzellen, ebenso auch die Gekrösezellen der Samenhaut erkannt[1]). Auch die übrigen Bestandteile des mikroskopischen Bildes stimmten, soweit sich dies feststellen liess, mit dem aus Capsicumpulver angefertigten Vergleichsobjekt überein.

Wenn man die nachstehenden Analysen des „Viktoria-Röte" genannten Pulvers und des reinen Capsicumpulvers mit einander vergleicht, so ist auch hier zwischen beiden Sub-

[1]) König, Die menschlichen Nahrungs- und Genussmittel usw. Bd. II, 693.

stanzen eine qualitative Übereinstimmung, besonders im Aschengehalt und den darin bestimmten Bestandteilen, nicht zu verkennen.

Der Fettgehalt von „Viktoria-Röte" ist zwar grösser, als der des untersuchten Capsicumpulvers; er übersteigt aber nicht die Grenze des Fettgehaltes der Capsicumfrucht, der 15,25 %[1] betragen kann. Das aus Viktoria-Röte erhaltene Fett war etwa doppelt so stark gefärbt, als das des vorliegenden Capsicumpulvers.

Dieser Umstand gab Veranlassung zu der Annahme, dass der Viktoria-Röte ein fremder Farbstoff zugesetzt sein könnte, der in fetten Ölen löslich ist. In erster Linie wurde die Aufmerksamkeit auf Orlean gelenkt, weil das Fett bei der Berührung mit konzentrierter Schwefelsäure sich ebenso kornblumenblau färbte, wie der Farbstoff des Orlean. Diese Farbreaktion gab auch der mit Aether ausgeschüttelte unverseifbare Rückstand des Fettes. Unter gleichen Bedingungen gaben aber auch die entsprechenden Capsicumpräparate die blauen Farbreaktionen, die bei Viktoria-Röte nur anscheinend intensiver und etwas beständiger waren. Diese geringfügigen Unterschiede waren für den sicheren Beweis eines Orleanzusatzes nicht ausreichend, zumal es auch nicht gelang das Bixin, einen Bestandteil des Orlean, aus dem Fette herzustellen.

Ausfärbungen und anderweitige Untersuchungen des stark gefärbten unverseifbaren Bestandteils des Fettes aus Viktoria-Röte auf die Anwesenheit von Teerfarbstoffen führten ebenfalls zu einem negativen Ergebnisse. Somit enthält das „Viktoria-Röte" genannte Präparat anscheinend nur den Farbstoff der Capsicumfrucht. Da das Präparat als Zusatz zum Hackfleisch empfohlen wird, weil es die frische Farbe desselben erhalten soll, so wurde durch Versuche nach der gegebenen Anweisung festgestellt, dass der Viktoria-Röte nur eine färbende, aber keine konservierende Wirkung zukommt. Während die aus reinem Hackfleisch bestehende Gegenprobe bei Zimmertemperatur nach Verlauf von 4—5 Stunden schon eine unansehnliche bläuliche Färbung angenommen hatte, besass die demselben Fleischstücke entnommene, mit 0,4 % Viktoria-Röte versetzte Probe nach dieser Zeit noch eine ansehnlichere mattrote Farbe. Am nächsten Tage waren beide Fleischproben jedoch in gleicher Weise in Fäulnis übergegangen; gleichwohl war die Wirkung des Präparates bei der einen Probe noch wahrnehmbar. Bei der Kostprobe verursachte der Zusatz dieser Substanz eine nur sehr schwache Reizung des Gaumens.

Aus diesen Untersuchungs-Ergebnissen muss gefolgert werden, dass „Viktoria-Röte" aus dem Pulver der Capsicumfrucht besteht, dem ein grosser Teil seiner Schärfe durch eine nicht weiter ermittelte Behandlung entzogen worden ist, und dass dieses Präparat nur ein Färbemittel, aber kein Konservierungsmittel für Fleisch ist.

Ein Zusatz von Viktoria-Röte ist im Hackfleisch leicht nachzuweisen. Werden 3 g Viktoria-Röte enthaltendes Hackfleisch mit 15 ccm. Alkohol gemischt und bis zum Sieden erhitzt, so besitzt die nach dem Erkalten filtrierte Flüssigkeit eine rötlich gelbe Farbe. Fällt diese Vorprobe positiv aus, dann werden 10 g von dem Hackfleische mit etwa 100 cc. zweiprozentiger Natronlauge nur bis zur Lösung der Muskelfaser erwärmt. In der trüben Flüssigkeit kennzeichnet sich dann ein Zusatz von Viktoria-Röte gewöhnlich schon makroskopisch durch die rötliche Farbe des Ungelösten. Bei der mikroskopischen Prüfung der entweder durch Zentrifugieren oder Absetzen erhaltenen ungelösten Substanz beobachtet man zahlreiche, zinnoberrote Ölkügelchen und auch die vorher genannten charakteristischen Formelemente der Capsicumfrucht.

Analysen von	Viktoria-Röte I	Capsicumpulver.
Wasser	8,9 %	9,0 %
Wässeriger Auszug, 2½ Stunden bei 100° getrocknet	34,5 „	34,5 „
Traubenzucker	5,9 „	5,2 „
Asche	4,8 „	5,0 „
Alkalität der Asche: verbrauchte Normal-Natronlauge in ccm	23,5	31,0
Phosphorsäure	0,652 %	0,745 %
Kaligehalt, als K_2O berechnet	2,35 „	3,16 „
Natriumgehalt	fast 0 „	fast 0 „
Fett (Ätherauszug)	14,5 „	11,6 „
Refraktion bei 25°	87	76
Unverseifbarer Bestandteil des Fettes	4,44 %	4,18 %

[1]) König, Die menschlichen Nahrungs- und Genussmittel usw. Bd. II, 693.

2. Securo.

Unter dieser Bezeichnung befindet sich ein flüssiges Konservierungsmittel im Handel, von dem eine Flasche mit 750 ccm Inhalt 3,50 Mark kostet.

Zu 1 Zentner Wurstfleischmasse sollen 100 g, zu 5 Pfund Hackfleisch 5 g Securo verwendet werden. Der Zusatz dieses Mittels soll das vorzeitige Grauwerden der Fleischwaren verhüten und denselben ein frisches und gesundes Aussehen geben.

Das Präparat besteht aus einer trüben, nach Essig riechenden Flüssigkeit, die bei ruhigem Stehen einen starken Bodensatz von basisch essigsaurer Tonerde absetzt. Das spez. Gewicht des wasserhellen Filtrates ist 1,068 bei 15°.

In 1 l Securo wurden gefunden:

3,8 g Aluminiumoxyd (Al_2O_3), } als essigsaure und basisch essigsaure Tonerde.
8,0 „ Essigsäure, }
62,0 „ Rohrzucker,
41,8 „ Salpeter (KNo_3),
0,13 „ Schwefelsäure (SO_3),
0,8 „ Kaliumoxyd,
Spuren von Kalk und Magnesia.

3. Viandol I.

Eine Flasche von 720 ccm Inhalt kostet 4 Mark.

Auf 100 Pfund Wurstmasse sollen von diesem Konservierungsmittel 100 g und auf 100 Pfund Hackfleisch 200 g verwendet werden. Das spez. Gewicht des Filtrats beträgt 1,0775 bei 15°.

In 1 l Viandol I wurden gefunden:

9,7 g Aluminiumoxyd, } als essigsaure und basisch essigsaure Tonerde.
20,0 „ Essigsäure, }
74,3 „ Rohrzucker,
37,4 „ Salpeter,
3,0 „ Schwefelsäure,
1,2 „ Kaliumoxyd,
Spuren von Chlor, Kalk und Magnesia.

4. Carnecons.

Eine Flasche von 720 ccm Inhalt kostet 3 Mark.

Zu 100 Pfund Fleisch soll 1/4 Pfund Carnecons verwendet werden. Das in kleine Würfel zerschnittene Hackfleisch soll mit dem Präparate übergossen und erst nach 6 stündigem Stehen durch die Maschine geschickt werden. Das spez. Gewicht des Filtrates betrug 1,0876 bei 15°.

In 1 l Carnecons wurden gefunden:

10,5 g Aluminiumoxyd, } als essigsaure und basisch essigsaure Tonerde.
22,0 „ Essigsäure, }
80,6 „ Rohrzucker,
47,5 „ Salpeter,
3,2 „ Schwefelsäure,
1,9 „ Kaliumoxyd,
Spuren von Chlor, Kalk und Magnesia.

5. Barmenit-Pökel I.

Bei Anwendung dieses Pökelsalzes, von welchem für 1 kg 2,15 Mark verlangt werden, soll ein Zusatz von Salpeter zum Fleisch vermieden werden. Zu 1 kg Wurstmasse werden nach Angabe 5 g von dem Salze zugesetzt.

Dies Präparat stellt ein weisses, kristallinisches, in Wasser mit neutraler Reaktion lösliches Salzgemisch dar. Der sehr geringe, schwer lösliche Rückstand, welcher auch in mehreren der folgenden Salzgemische gefunden wurde, besteht aus Calciumsulfat (Gips), einer Verunreinigung des Kochsalzes; ebenso können die Spuren Magnesia, die in diesen Präparaten enthalten sind, als eine solche Verunreinigung angesehen werden.

In 100 g Barmenit-Pökel I wurden gefunden:

25,2 g Salpeter,
46,8 „ Natriumchlorid,
25,7 „ Rohrzucker,
0,8 „ Gips,
0,1 „ Feuchtigkeit und Spuren Magnesia.

Zusammen 98,6 g.

6. Wittenberger Pökelsalz.

Zu 24 kg Wurstmasse soll 1 kg von diesem Satze zugesetzt werden; ein besonderer Zusatz von Salpeter soll dann überflüssig sein; der Preis für 1 kg beträgt 2,00 Mark. Das Präparat stellt ein weisses, in Wasser neutral lösliches, kristallinisches Salzgemisch dar.

In 100 g wurden gefunden:

58,6 g Natriumchlorid,
40,5 „ Salpeter,
0,5 „ Gips,
Spuren, Feuchtigkeit und Magnesia.

Zusammen 99,6 g.

7. Cervelatwurst-Gewürzsalz.

Von diesem mit pulverisierten Gewürzen versetzten Salzgemisch soll 1 kg — im Preise von 2,00 Mark — zu 24 kg Wurstmasse zugesetzt werden.

In 100 g des Gewürzsalzes wurden gefunden:

0,7 g Feuchtigkeit,
3,5 „ Gewürze, meist aus Pfeffer bestehend,
89,0 „ Natriumchlorid,
5,0 „ Salpeter,
0,7 „ Gips,
Spuren von Magnesia.

Zusammen 98,9 g.

8. Einfaches Konservierungssalz (Pökelsalz).

Zu 1 kg Wurstfleisch sind 10 g von dem Salze zuzusetzen. Es ist ein weisses, in Wasser mit saurer Reaktion lösliches Kristallgemenge, von welchem für 1 kg 2,00 Mark verlangt werden. Der etwas schwerer lösliche Teil desselben bestand aus freier Benzoësäure.

In 100 g des Pökelsalzes wurden gefunden:

0,6 g freie Benzoësäure,
58,2 „ Natriumchlorid,
29,9 „ Salpeter,
9,5 „ Rohrzucker,
0,6 „ Gips,
0,3 „ Feuchtigkeit.
Spuren von Magnesia.

Zusammen 99,1 g.

9. Cervelatwurst-Salz (Gewürzsalz).

1 kg von diesem Salze — im Preise von 2,00 Mark — soll zu 25 kg ungesalzener, entwässerter Fleischmasse zugefügt werden und jede andere Beimischung entbehrlich machen. Das Salz ist mit Gewürzpulver gemischt.

In 100 g dieses Gewürzsalzes wurden gefunden:

7,5 g Gewürze, meist aus Pfeffer bestehend,
1,6 „ Feuchtigkeit,
81,6 „ Natriumchlorid,
2,5 „ Salpeter,
6,2 „ Rohrzucker,
Spuren von Magnesia.

Zusammen 99,4 g.

10. Carniform A.

Die Substanz stellt ein weisses, in Wasser mit alkalischer Reaktion lösliches Kristallgemisch dar. Der Preis beträgt für das kg 2,00 Mark; eine Gebrauchsanweisung fehlte.

In 100 g Carniform A wurde gefunden:

3,5	g	Dinatriumphosphat,
3,1	„	Kristallwasser,
68,4	„	Natriumchlorid,
24,9	„	Salpeter,
		Spuren, Calciumphosphat. Magnesia und Schwefelsäure.
Zusammen 99,9	g.	

11. Carniform B.

Zu 1 kg Hackfleisch sollen 6 g von dem Präparat zugesetzt werden; 1 kg kostet 2,00 Mark. Das kristallinische Salzgemenge löst sich in Wasser mit stark alkalischer Reaktion.

In 100 g Carniform B wurden gefunden:

22,6	g	Dinatriumphosphat,
17,3	„	Kristallwasser,
59,7	„	Salpeter,
0,6	„	Calciumphosphat,
		Spuren, Schwefelsäure und Magnesia.
Zusammen 100,2	g.	

12. Carno-Konservesalz.

Dies Salz, von dem 1 kg 2,25 Mark kostet, soll konservierend wirken und gleichzeitig den frischen Fleischgeruch erhalten. Es ist ein aus gelblichen Kristallen bestehendes Gemisch, welches sich in Wasser mit schwach alkalischer Reaktion löst.

In 100 g des Präparates wurden gefunden:

51,2	g	kristallisiertes Natriumacetat,
47,8	„	Natriumchlorid,
0,3	„	Gips,
0,05	„	Eisenoxyd.
Zusammen 99,35	g.	

13. Rubrolin-Dauerwurstsalz.

Auf 50 kg Wurstfleisch sind 100 g Rubrolin zu nehmen. Das Salz soll der Dauerwurst die frischrote Fleischfarbe erhalten. Der Preis für 1 kg beträgt 2,00 Mark.

In 100 g Rubrolin wurden gefunden:

53,5	g	Salmiak und
45,2	„	Salpeter.
Zusammen 98,7	g.	

14. Michels Cassala-Salz.

Dies Konservierungsmittel, welches zur Erhaltung der natürlichen Farbe des Hackfleisches empfohlen wird, besteht aus einem in Wasser nicht ganz löslichem Salzgemisch. Der in Wasser unlösliche Rückstand des Salzes enthält Aluminiumphosphat. 1 kg Cassala-Salz kostet 2,50 Mark.

In diesem teilweise verwitterten Salze wurden gefunden:

30,74	Prozent	Natriumchlorid,	
15,40	„	Natriumphosphat,	
23,30	„	Kalium-Natriumtartrat,	
16,90	„	Kristallwasser,	
1,20	„	Aluminiumoxyd.	basisch essigsaure Tonerde.
2,10	„	Essigsäure,	
8,40	„	Zucker,	
0,98	„	Benzoësäure,	
0,50	„	Schwefelsäure.	
		Spuren von Kalk.	
Zusammen 99,52	Prozent.		

15. „Servator“ Spezial-Milch- und Butter-Konservesalz.

Dies Konservesalz, von dem 1 kg 3 Mark kostet, ist ein in Wasser mit stark saurer Reaktion lösliches, weisses Pulver, dem folgende Gebrauchsanweisung beigegeben ist:

I. Für Milch.

Auf 1 Liter Milch nehme man eine kleine Messerspitze,
„ 10 „ „ „ „ einen gehäuften Teelöffel.
„ 100 „ „ „ „ 150 g.

II. Für Butter.

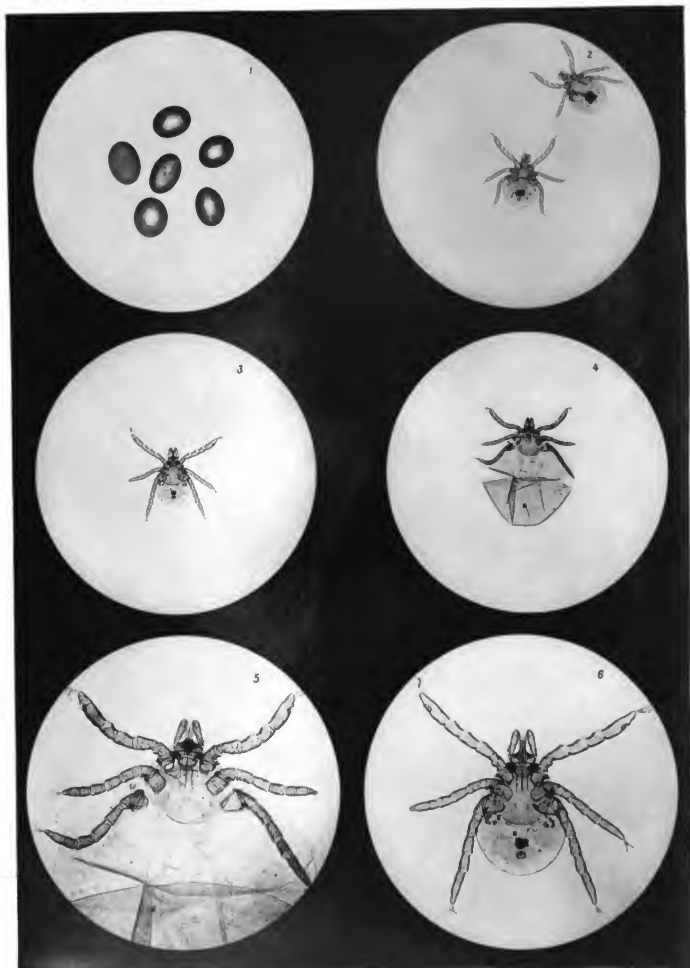
Auf 1 kg Butter nehme man eine grosse Messerspitze,
„ 10 „ „ „ „ einen gehäuften Esslöffel,
„ 100 „ „ „ „ 500 g.

In dem Konservesalze wurden gefunden:

80,3 Prozent kristallisierte Borsäure,
10,7 „ Chlornatrium,
9,5 „ Benzoesäure.

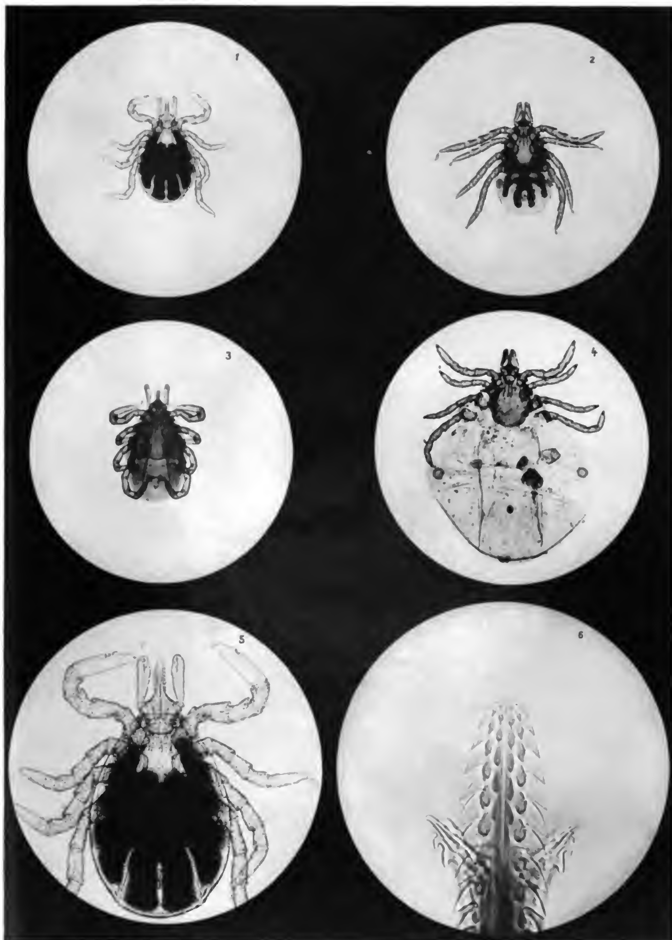
Zusammen 100,5 Prozent.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.



Dr. Albert Maassen phot.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

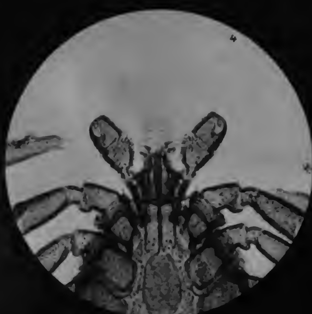


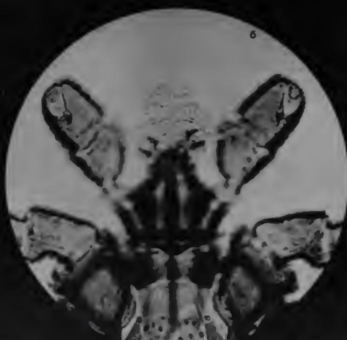
Dr. Albert Maassen phot.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

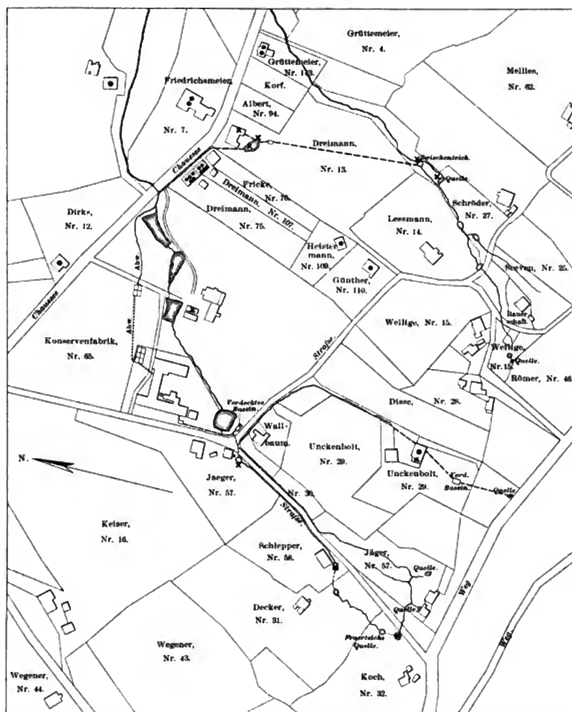

1

2

3

4

5

6

Planausschnitt vom Dorfe H.



Offene Gewässer. Verdeckte Bassins u. Leitungen. Abwasserleitung d. Konservenfabrik.
Wasserentnahmestelle. Typhusfälle.

Maßstab.
0 20 40 60 80 100 20 40 60 80 200 m.

Verlag von Julius Springer in Berlin. Techn.-art. Anst. von Alfred Müller in Leipzig.

Hintenhof-Sielausfluss.

Grosser Schweriner-See.

Sielauslaufkasten unter Wasser

Spülkolk

Grenze der Schlammablagerung 1902

Erklärung der Zahlen.

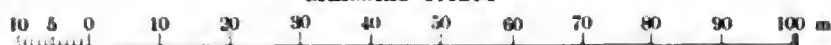
(0,75) Tiefe des Seegrundes vor Inbetriebnahme des Sielauslaufes, 1889, unter Mittelwasser.

(0,7) Centimeter Höhe der Schlammablagerung 1895.

(50) Centimeter Höhe der Schlammablagerung 1900.

(15) Centimeter Höhe der Schlammablagerung 1902, im August.

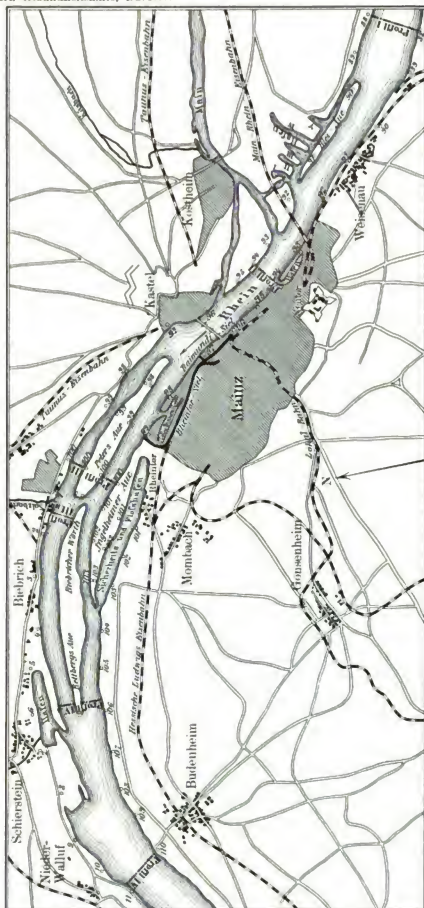
Mafsstab 1:1200



Verlag von Julius Springer in Berlin. Techn.-art. Anst. von Alfred Müller in Leipzig.

Der Rheinstrom zwischen Weisenau und Budenheim.

Masstab 1:65000.

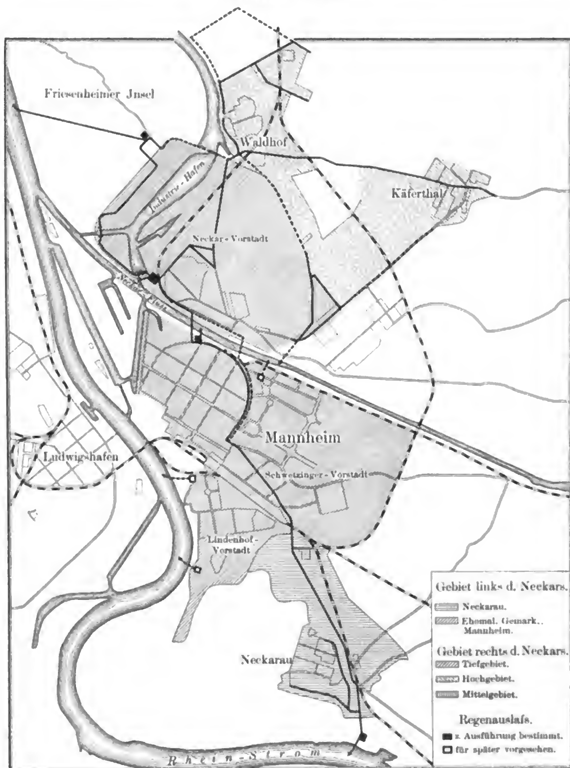


Verlag von Julius Springer in Berlin. Techn.-art. Anst. von Alfred Müller in Leipzig.


Darstellung der Einleitung
der Abwasser in den Rhein
und seine Nebenflüsse.
Wiesbaden
Eltville
Biebrich
Geisenheim
Rüdesheim
Mainz
Bingen
Kreuznach
Nahe
Main
Griesheim
Offenbach
Hanau
Seligenstadt
Rödelheim
Frankfurt
Worms
Kirchheimbolanden
Gernsheim
Rhein-Dürkheim
Glan
Selz

Entwässerung der Stadt Mannheim u. der Vororte.

Maßstab 1:55000



Verlag von Julius Springer in Berlin. Techn.-art. Anst. von Alfred Müller in Leipzig.

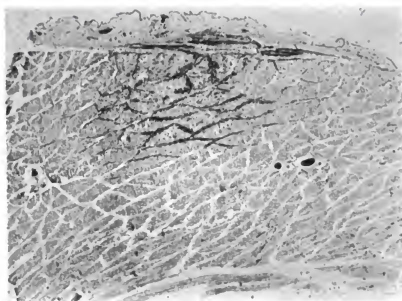


Fig. 1.

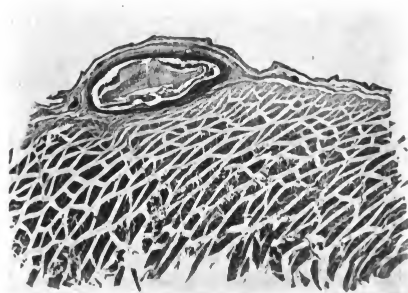


Fig. 2.



Fig. 3.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

ARBEITEN

AUS DEM

KAISERLICHEN GESUNDHEITSAMTE.

(Beihefte zu den Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.)



ZWANZIGSTER BAND.
DRITTES (SCHLUSS-)HEFT.

MIT 1 TAFEL.

BERLIN.
VERLAG VON JULIUS SPRINGER.
1904.

Inhalts-Verzeichnis.

Fortsetzung auf Seite 2.

Zwölfter Band. — Mit 15 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 35,—.**

Dreizehnter Band. — Mit 4 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 19,—.**

Vierzehnter Band. — Mit 15 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 33,—.**

Fünfzehnter Band. — Mit 11 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 24,—.**

1. Dr. W. Busse, Ueber Gewürze. IV. Vanille. Mit 2 Tafeln.
2. Dr. Dunbar u. Dr. P. Musehold, Untersuchungen über das von der Société chimique des usines du Rhône für Haare und Borsten empfohlene Desinfektionsverfahren mit Formaldehyd im luftverdünnten Raum.
3. Dr. A. Mühlschlegel, Ein Beitrag zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Bakterien nach Studien an drei Körnerbazillen. Mit 1 Tafel.
4. Dr. Wutzdorff, Die in elektrischen Akkumulatorenfabriken beobachteten Gesundheitsschädigungen und die zur Verhütung derselben erforderlichen Massnahmen.
5. Dr. Brandl u. Dr. Scherpe, Ueber zinkhaltige Aepfelschnitte nebst Versuchen über die Wirkung des äpfelsauren Zinks. Mit Anhang: Ueber die Gesundheitsschädlichkeit des Zinks, beurteilt nach Versuchen über den Verbleib intravenös einverleibter Zinksalze. Von Prof. Dr. Jakobj.
6. Dr. Sonntag, Ergebnisse der Weinstatistik für 1897.
7. Dr. A. Weber, Zur Aetiologie der Krebspest. Mit 2 Tafeln.
8. Dr. J. Buchwald, Ueber Gewürze. V. Ingwer. Mit 1 Tafel.
9. Dr. W. Kerp, Ueber die Baudouin'sche Reaktion.
10. Dr. E. Rost, Ueber das Schicksal des o-Oxy-Chinolins und über die Ausscheidung der gepaarten Schwefelsäuren im Harn des Hundes; nebst einem Anhang über die Zusammensetzung des Chinosols.
11. Dr. Engelmann, Die Erfolge der Freiluftbehandlung bei Lungenschwindsucht.
12. Mitteilungen aus den Deutschen Schutzgebieten. A. Ostafrika. I. Dr. Ollwig, General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika für das Berichtsjahr vom 1. April 1896 bis zum 31. März 1897. — II. Dr. Gaertner, General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika für das Berichtsjahr vom 1. April 1897 bis zum 31. März 1898. — III. Die Impfungen, welche vom 1. Juli 1896 bis 30. Juni 1898 in Deutsch-Ostafrika durch die Aerzte der Kaiserlichen Schutztruppe ausgeführt worden sind. Nach amtlichen Berichten zusammengestellt im Kaiserl. Gesundheitsamte. — B. Marschall-Inseln. Dr. Bartels, Aerztlicher Jahresbericht für 1897/98.
13. Dr. Röder, Beitrag zu vergleichenden Untersuchungen über die Bakterien der Schweinepest und Schweineseuche.
14. Dr. R. Scherpe, Die chemischen Veränderungen des Roggens und Weizens beim Schimmeln und Auswachsen.
15. Dr. G. Martius, Beitrag zur Kenntnis der Wirkung des Poleyöles.
16. Dr. Kübler, Die Milzbrandgefahr bei Bearbeitung tierischer Haare und Borsten, und die zum Schutz dagegen geeigneten Massnahmen.
17. Dr. P. Musehold, Untersuchungen zu dem Dampf-Desinfektionsverfahren, welches im § 2, 1 der unter dem 28. Januar 1899 erlassenen Vorschriften über die Einrichtung und den Betrieb der Rosshaarspinnereien u. s. w. für die Desinfektion des Rohmaterials vorgeschrieben ist. Mit 1 Tafel.
18. Dr. Wutzdorff, Die in Thomasschlackenmühlen beobachteten Gesundheitsschädigungen und die zur Verhütung derselben erforderlichen Massnahmen.
19. Dr. A. Maassen, Fruchtäther bildende Bakterien. Mit 3 Tafeln.
20. Kleinere Mitteilungen aus den Laboratorien des Kaiserl. Gesundheitsamtes: 27. Dr. E. Polenske und Dr. W. Busse, Beiträge zur Kenntnis der Mate-Sorten des Handels. Mit 1 Tafel. — 28. Dr. W. Busse, Ueber gerbstoffhaltige Mangroverinden in Deutsch-Ostafrika. 29. Dr. Ed. Polenske, Chemische Untersuchung von 2 amerikanischen Konservierungsmitteln für Fleisch und Fleischwaren. — 30. S. Friedländer, Zur Bestimmung des Schwefels im Petroleum.

Sechzehnter Band. — Bericht über die Tätigkeit der zur Erforschung der Pest im Jahre 1897 nach Indien entsandten Kommission, erstattet vom Geheimen Medizinalrat Professor Dr. Gaffky, Professor Dr. Pfeiffer, Professor Dr. Sticker und Stabsarzt Dr. Dieudonné. Nebst einer Anlage: **Untersuchungen über die Lepra,** von Professor Dr. Sticker. Mit 9 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 24,—.**

Siebzehnter Band. — Mit 3 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 26,—.**

1. Dr. H. Kossel und Dr. P. Frosch, Ueber die Pest in Oporto. (Nach einem an den Herrn Staatssekretär des Innern bezw. den Herrn Königl. Preussischen Minister der geistl., Unterrichts- und Medizinalangelegenheiten unter dem 21. November 1899 erstatteten Bericht.) Mit 1 Tafel.
2. Dr. P. Musehold, Ueber die Widerstandsfähigkeit der mit dem Lungenauswurf herausbeförderten Tuberkelbazillen in Abwässern, im Flusswasser und im kultivierten Boden.
3. Dr. A. Weber, Die Bakterien der sogenannten sterilisierten Milch des Handels, ihre biologischen Eigenschaften und ihre Beziehungen zu den Magen-Darmkrankheiten der Säuglinge, mit besonderer Berücksichtigung der giftigen peptonisierenden Bakterien Flügge's.
4. Dr. G. Martius, Experimenteller Nachweis der Dauer des Impfschutzes gegenüber Kuh- und Menschenpocken.
5. Dr. Bueder, Zur Frage von der Heilkraft des Lichtes.
6. Dr. Vagedes, Ueber die Pest in Oporto.
7. Sammlung von Gutachten über Flussverunreinigung. (Fortsetzung.) XI. Gutachten über die Verunreinigung der Hase durch die Piesberger Grubenwässer und deren Folgen. Mit 1 Tafel.
8. Dr. K. Windisch, Ueber die Veränderungen des Fettes beim Reifen der Käse.
9. Dr. Wutzdorff, Die im Zinkhüttenbetriebe beobachteten Gesundheitsschädigungen und die zu ihrer Verhütung erforderlichen Massnahmen.
10. Dr. H. Kossel und Dr. Weber, Ueber die Hämoglobinurie der Rinder in Finland. Mit 1 Tafel.
11. Dr. G. Sonntag, Ergebnisse der Weinstatistik für 1898.
12. Dr. Velde, Bericht über die gesundheitlichen Verhältnisse der Provinz Shantung.
13. Dr. Velde, Bericht über die Verbreitung der Lepra in China.
14. Mitteilungen aus den deutschen Schutzgebieten. A. Ostafrika. I. Dr. Becker, General-Sanitäts-Bericht über die Kaiserliche Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika für das Berichtsjahr vom 1. April 1898 bis 1. März 1899. — II. Dr. Becker, Die im Berichtsjahr 1898/99 bei der Kaiserlichen Schutztruppe für Deutsch-Ostafrika vorgenommenen Impfungen. — B. West-Afrika. Dr. A. Plehn, Klima und Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes Kamerun in der Zeit vom 1. Juli 1897 bis 30. Juni 1898. — C. Togo. Dr. Wendland, Bericht über die Verbreitung der Pocken und der Lepra im Bezirk Misahöhe. — D. Karolinen-Inseln. Dr. Girschner, Bericht über Klima und Gesundheitsverhältnisse auf Ponape im letzten Vierteljahr des Jahres 1899. — E. Marschall-Inseln. Dr. Bartels, Klima und Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes der Marschall-Inseln 1898/99. — Dr. Bartels, Klima und Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes der Marschall-Inseln in der Zeit vom 1. April 1899 bis 31. März 1900.
15. Kleinere Mitteilungen aus den Laboratorien des Kaiserl. Gesundheitsamtes: 31. Dr. R. Heise, Eine Methode zur vergleichsweisen Bestimmung der Lichtfärbungen von Kohlenwasserstoffflammen und elektrischen Glühlampen. — 32. Dr. Ed. Polenske, Ueber den Borsäuregehalt des amerikanischen Trockenpökelfleisches. — 33. Dr. Ed. Polenske, Ueber das Verhalten des Borax bei der Destillation mit Methylalkohol. — 34. Dr. Ed. Polenske, Ueber das Verhalten von Borsäure, schwefliger Säure und künstlichen Farbstoffen in Dauerwurst.

Achtzehnter Band. — Mit 13 Tafeln und Abbildungen im Text. — **Preis M. 27,—.**

1. Dr. P. Musehold, Weitere Untersuchungen zu dem im § 2, 1 der Bekanntmachung des Herrn Reichskanzlers vom 28. Januar 1899 für Rosshaarspinnereien u. s. w. vorgeschriebenen Desinfektionsverfahren mittelst Wasserdampf.
2. Dr. A. Maassen, Die Zersetzung der Nitrate und der Nitrite durch die Bakterien. Ein Beitrag zum Kreislauf des Stickstoffs in der Natur.
3. Dr. E. Rost, Ueber den Einfluss des Natronsalpeters auf den Stoffwechsel des Hundes. Mit 1 Tafel.
4. Dr. H. Kossel u. Dr. Nocht, Ueber das Vorkommen der Pest bei den Schiffsratten und seine epidemiologische Bedeutung. Mit 1 Tafel.
5. Dr. Cl. Schilling, Ueber eine bei Ratten vorkommende Seuche.
6. Dr. H. Kossel u. Dr. Overbeck, Bakteriologische Untersuchungen über Pest. Mit 4 Tafeln.
7. Dr. L. Heim, Eine Milzbrandinfektion durch Ziegenhaare.
8. Die Erfolge der Freiluftbehandlung bei Lungenschwindsucht. (Nach dem aus den Lungenheilstätten eingegangenen Material bearbeitet im Kaiserlichen Gesundheitsamte.) Berichterstatter: Reg.-Rat Dr. Engelmann.

Fortsetzung auf Seite 4.

9. Mitteilungen aus den deutschen Schutzgebieten. Dr. Bartels, Bericht über das Vorkommen der Framboesie und des Ringwurms auf den Marschall-Inseln und auf Neuru.
10. Sammlung von Gutachten über Flussverunreinigung. (Fortsetzung.) XII. Gutachten betr. die Verunreinigung von Quellen im Innerstetale und der Innerste. Berichterstatter: Geh. Reg.-Rat Dr. Ohlmüller. Mit 1 Tafel. — XIII. Ergänzungs-Gutachten, betr. die Verunreinigung der Innerste. Berichterstatter: Geh. Reg. Rat Dr. Ohlmüller.
11. Dr. E. Rost, Zur Kenntnis des Stoffwechsels wachsender Hunde. Mit 1 Tafel.
12. Dr. Tjeden, F. Koske u. Dr. M. Hertel, Zur Frage der Erhitzung der Milch, mit besonderer Berücksichtigung der Molkereien. Mit 3 Tafeln.
13. Dr. G. Sonntag, Ergebnisse der Weinstatistik für 1899.
14. Dr. Seige, Ueber die desinfizierende Wirkung der Alkoholdämpfe.
15. Dr. R. Fritzweiler, Ueber das Vorkommen des Oleodistearins in dem Fette der Samen von Theobroma-Cacao.
16. Fr. Schaudinn, Studien über krankheitserregende Protozoen. I. Cyclospora caryolytica Schaud., der Erreger der perniciösen Enteritis des Maulwurfs. Mit 2 Tafeln.
17. Dr. Ohlmüller und Dr. Fr. Prall, Die Behandlung des Trinkwassers mit Ozon.
18. Dr. Fr. Prall, Beitrag zur Kenntnis der Nährböden für die Bestimmung der Keimzahl im Wasser.
19. Dr. E. Fritsche, Versuche über Infektion durch kutane Impfung bei Tieren.
20. Dr. A. Maassen, Die biologische Methode Gosio's zum Nachweis des Arsens und die Bildung organischer Arsen-, Selen- und Tellurverbindungen durch Schimmelpilze und Bakterien.
21. Dr. H. Schmidt, Ueber die Einwirkung gasförmiger Blausäure auf frische Früchte.
22. Kleinere Mitteilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes: Dr. I. Fränkel, Untersuchung von Farbstoffen, welche zum Färben von Wurst, Fleisch und Konserven dienen.

Neunzehnter Band. — Mit 14 Tafeln. — **Preis M. 32,—.**

1. Dr. E. Rost, Ueber die Wirkungen der Borsäure und des Borax auf den tierischen und menschlichen Körper, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verwendung zum Konservieren von Nahrungsmitteln. Mit 3 Tafeln.
2. Dr. Rubner, Ueber die Wirkung der Borsäure auf den Stoffwechsel des Menschen.
3. Dr. R. O. Neumann, Ueber den Einfluss des Borax auf den Stoffwechsel des Menschen.
4. Dr. A. Heffter, Ueber den Einfluss der Borsäure auf die Ausnutzung der Nahrung.
5. Dr. G. Sonntag, Ueber die quantitative Untersuchung des Ablaufs der Borsäureausscheidung aus dem menschlichen Körper.
6. A. Weitzel, Ueber die Labgerinnung der Kuhmilch unter dem Einfluss von Borpräparaten und anderen chemischen Stoffen.
7. Kleinere Mitteilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes: Dr. Ed. Polenske, Ueber den Borsäuregehalt von frischen und geräucherten Schweineschinken.
8. Fr. Schaudinn, Studien über krankheitserregende Protozoen. II. Plasmodium vivax (Grassi & Feletti), der Erreger des Tertianfiebers beim Menschen. Mit 3 Tafeln.
9. Dr. A. Weber, Ueber die tuberkelbazillenähnlichen Stäbchen und die Bazillen des Smegma's. Mit Mikrophotographien von Dr. A. Maassen. Mit 5 Tafeln.
10. Dr. H. Schmidt, Die Bestimmung des Rohrzuckers in gezuckerten Früchten.
11. Dr. C. Fischer, Beiträge zur Kenntnis über die im Handel befindlichen Zündwaren und über ihre Untersuchung.
12. Dr. W. Busse, Beiträge zur Kenntnis der Dammarharze. Unter Zugrundelegung einer von Dr. J. Fränkel ausgeführten Experimental-Untersuchung bearbeitet.
13. Dr. H. Schmidt, Beiträge zur Zuckerbestimmung nach Anlage B und E der Ausführungsbestimmungen zum Zuckersteuergesetz.
14. Mitteilungen aus den deutschen Schutzgebieten. A. Deutsch-Ostafrika. I. Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1899/1900. Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet. — II. Desgl. im Jahre 1900/1901. — III. Dr. Steuber, General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für das Berichtsjahr vom 1. April 1899 bis 31. März 1900. — IV. Desgl. für das Halbjahr vom 1. April bis 30. September 1900. — B. Kamerun. I. Klima und Gesundheitsverhältnisse in dem Berichtsjahre 1898/99. — II. Dr. A. Plehn, Bericht über die klimatischen und sanitären Verhältnisse in der Zeit vom 1. Juli 1899 bis 30. Juni 1900. — III. Dr. A. Plehn, Bericht über die klimatischen und sanitären Verhältnisse des Kamerun- und Sanagaflussgebietes (Duala Edea) in der Zeit vom 1. Juli 1900 bis 30. Juni 1901. — C. Togo. I. Klima und Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1899/1900. Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet. — II. Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1900/01. Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet. — D. Deutsch-Südwestafrika. I. Klima und Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1899/1900. Aus dem Jahresberichte für das Schutzgebiet. — II. Dr. Lübbert, Gesundheitsverhältnisse im Jahre 1900/01. — III. Schöpwinkel, Bericht über die Vorkehrungen gegen die Pestgefahr an der Landgrenze. — IV. Dr. Lübbert, Bericht über die Tätigkeit des Chefarztes in der Kaiserlichen Schutztruppe für Deutsch-Südwestafrika im Jahre 1898/99. — V. Dr. Lübbert, General-Sanitätsbericht über die Kaiserliche Schutztruppe für das Berichtsjahr vom 1. April 1898 bis 31. März 1899. — VI. Dr. Lübbert, Desgl. für das Berichtsjahr vom 1. April 1899 bis 31. März 1900. — VII. Dr. Hummel, Desgl. für das Berichtshalbjahr vom 1. April bis 30. September 1900. — E. Marschall-Inseln. Dr. Schnee, Gesundheitsverhältnisse in der Zeit vom 1. April 1900 bis 31. März 1901. — F. Schutzgebiet von Neu-Guinea, einschl. des Inselgebietes der Karolinen, Palau und Marianen. I. Klima und Gesundheitsverhältnisse des Schutzgebietes von Neu-Guinea im Jahre 1899/1900. Aus dem Jahresbericht für das Schutzgebiet — II. Dr. Girschner, Klima und Gesundheitsverhältnisse auf den Karolinen und Marianen in der Zeit vom 9. April 1900 bis 1. April 1901. — III. Dr. Sunder, Bericht über die Gesundheitsverhältnisse auf Yap. — IV. Dr. Girschner, Die Krankheitsverhältnisse auf den Marianen.
15. Dr. G. Sonntag, Versuche über Zuckerbestimmungen.
16. Sammlung von Gutachten über Flussverunreinigung. (Fortsetzung.) XIV. Gutachten des Reichs-Gesundheitsrates über die Einleitung der Abwässer Dresdens in die Elbe. Berichterstatter: Geh. Hofrat Prof. Dr. Gärtner. Mitberichterstatter: Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Rubner. Mit 3 Tafeln.
17. Dr. A. Maassen, Die Lebensdauer der Pestbazillen in Kadavern und im Kote von Pestratten.
18. Fr. Schaudinn, Untersuchungen über die Fortpflanzung einiger Rhizopoden. (Vorläufige Mitteilung.)
19. Dr. Fischer und F. Koske, Untersuchungen über die sogenannte „rohe Karbolsäure" mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verwendung zur Desinfektion von Eisenbahnviehtransportwagen.
20. Kleinere Mitteilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes: Dr. A. Günther, Chemische Untersuchung eines neuen im Handel befindlichen „Dauerwurstsalzes Borolin" und eines „Dauerwurstgewürzes". — Dr. C. Fischer, Beitrag zur Untersuchung der Erdfarben auf Arsen.

Zwanzigster Band. Heft 1. — Mit 4 Tafeln. — **Preis M. 10,—.**

1. Dr. H. Kossel, Dr. A. Weber, Dr. Schütz u. Dr. Miessner, Über die Hämoglobinurie der Rinder in Deutschland. Mit 3 mikrophotogr. Tafeln von Dr. Maassen.
2. Die Typhusepidemie in H. im Jahre 1901. Berichterstatter: Geh. Reg.-Rat Dr. Ohlmüller. Mit 1 Tafel.
3. Dr. Nocht u. G. Giemsa, Über die Vernichtung von Ratten an Bord von Schiffen als Massregel gegen die Einschleppung der Pest. (Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten in Hamburg.)
4. Dr. Bofinger, Zur Desinfektion tuberkulösen Auswurfs.
5. Dr. Seige, Zur Übertragung der Tuberkelbazillen durch den väterlichen Samen auf die Frucht.
6. Mitteilungen aus den deutschen Schutzgebieten. Dr. Kralle, Bericht über die auf den Marschallinseln herrschenden Geschlechts- und Hautkrankheiten.

Zwanzigster Band. Heft 2. — Mit 4 Tafeln. — **Preis M. 10,—.**

1. Ergebnisse der Weinstatistik für 1900 und 1901. Berichte der beteiligten Untersuchungsstellen, gesammelt im Kaiserl. Gesundheitsamte.
2. Sammlung von Gutachten über Flussverunreinigung. (Fortsetzung.) XV. Weiteres Gutachten, betreffend die Beseitigung der Kanalabwässer der Residenzstadt Schwerin. Berichterstatter: Geh. Reg.-Rat Dr. Ohlmüller. Mit 1 Tafel. — XVI. Gutachten des Reichsgesundheitsrates über die Einleitung des Mainzer Kanalwassers einschliesslich der Fäkalien in den Rhein. Mit einem Anhang (Einleitung von Abwässern in den Rhein und seine Nebenflüsse auf der Strecke vom Bodensee bis zur Nahemündung). Berichterstatter: Geh. Reg.-Rat Dr. Ohlmüller. Mit 2 Tafeln. — XVII. Gutachten des Reichsgesundheitsrates über die Einleitung der Mannheimer Kanalwässer in den Rhein. Mit einem Anhang (Überblick über die Bodengrundlagen der Umgegend von Mannheim mit Bezug auf die Möglichkeit der Anlage von Rieselfeldern für die Santerung der städtischen Schmutzwässer, vom Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Orth). Berichterstatter: Geh. Medizinalrat Dr. Rubner, Mitberichterstatter: Geh. Obermedizinalrat Dr. Schmidtmann. Mit 1 Tafel.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 06792 3048

